

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ENSINO EXPERIMENTAL DE FÍSICA, ASSISTIDO
POR COMPUTADOR, NA ESCOLA FORMAL DE
2º GRAU DE INSTITUTOS DE ENSINO SUPERIOR**

*Dissertação submetida à
Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do
grau de Mestre em Engenharia
de Produção.*

ALFREDO MÜLLEN DA PAZ



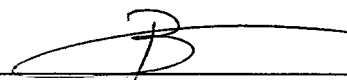
UFSC-BU

Florianópolis, Março de 1999

ENSINO EXPERIMENTAL DE FÍSICA, ASSISTIDO POR COMPUTADOR, NA ESCOLA FORMAL DE 2º GRAU DE INSTITUTOS DE ENSINO SUPERIOR

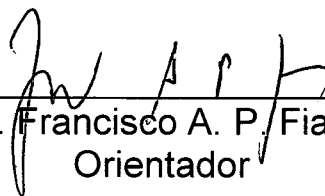
ALFREDO MÜLLEN DA PAZ

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de
Mestre em Engenharia de Produção
e aprovada em sua forma final pelo
Programa de Pós-Graduação



Prof. Ricardo Miranda Barcia, Phd.
Coordenador do Curso

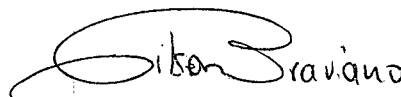
Banca Examinadora:



Prof. Francisco A. P. Fialho, Dr.
Orientador



Prof. Alejandro Martins, Dr.
Membro



Prof. Gilson Braviano, Dr.
Membro

À meu pai Adalberto Moreira da Paz
que não teve oportunidade ao ensino

À minha filha Marina Medeiros da Paz
que tem um futuro pela frente

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Francisco Antônio Pereira Fialho, pela orientação deste trabalho.

Ao amigo e Prof. Dr. Fábio da Purificação de Bastos pelas idéias iniciais deste trabalho.

Aos Profs. Dr. Gilson Braviano e Dr. Alejandro Martins pela leitura do trabalho e sugestões apresentadas.

À minha mãe Marina, por estar aqui presente.

À minha esposa Rita e minha família de adoção, pela convivência.

Aos amigos professores e funcionários do Colégio de Aplicação, em especial, Paulo, Terezinha, Zé Análio, Marcia, Zezé, Marlise, pela força e pela cobrança.

Aos Professores do Curso de Mestrado por ampliar meus horizontes.

Aos colegas de curso, pela troca de experiências.

À UFSC, onde me formei e hoje trabalho.

À APP - Associação de Pais e Professores do Colégio de Aplicação, por financiar o software utilizado no trabalho.

À meus ALUNOS, razão de meu esforço.

RESUMO

Os sistemas de produção buscam otimizar o valor agregado aos recursos materiais. Dentro de uma concepção mais moderna, produtos são bens e serviços. Educação é um bem cultural.

Considerando a base teórica como sendo a Psicologia Educativa, a Ergonomia Cognitiva, e a Informática Educativa, o presente trabalho busca um modelo de aprendizagem que contemple as atividades experimentais de Física utilizando-se de recursos informatizados. Nossa tese é que para ocorrer um melhor aproveitamento no aprendizado dos conhecimentos científicos, especificamente os conceitos da Física pelos alunos de 2º grau deve-se fornecer aos mesmos instrumentos que os instiguem e facilitem a sua aprendizagem, vinculando a tecnologia ao meio em que vivem e estudam, para que possam através do raciocínio e da reflexão construir o seu próprio saber.

Por fim, observamos o comportamento, no processo ensino aprendizagem de Física, de uma turma de alunos do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Santa Catarina, utilizando-se de um aplicativo computacional educativo específico.

ABSTRACT

Production systems seek to optimize material resources's aggregated value. Inside of a more modern conception, products are goods and services. Education is considered as cultural good.

Considering the theoretical base as being the Educational Psychology, the Cognitive Ergonomics, and the Educational Computer Science, the present work search a learning model that contemplates experimental activities in physics by means of computerized resources. Our thesis is that in order to attain a better learning of scientific knowledge, specifically Physics concepts by 2nd-year-high-school students, it should be supplied tools that instigate them and facilitate their learning, linking technology to the environment in which they live and study, so that they can through reasoning and reflection, build their own knowledge.

Finally, we observed student's behavior during the learning/teaching process in which I taught Physics to a group of students of laboratory of the Federal University of Santa Catarina, using a specific educational computational software.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Mapeamento entre fatos e representações.....	27
Figura 2.2: Representação por redes semânticas.....	29
Figura 5.1: Janela principal do aplicativo	98
Figura 5.2: Barra de ferramentas padrão	100
Figura 5.3: Barra de ferramentas de edição.....	100
Figura 5.4: Barra de ferramentas de controle de animação	101
Figura 5.5: Barra de ferramentas de criação de elementos físicos	101
Figura 5.6: Barra de ferramentas de articulações e elementos físicos.....	102
Figura 5.7: Barra de coordenadas.....	103
Figura 5.8: Barra de controle de animação	103
Figura 5.9: Criação de um círculo e estabelecimento de suas propriedades .	105
Figura 5.10: Especificação do vetor velocidade em um círculo.....	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Estágios de desenvolvimento da inteligência	53
Quadro 4.1a: Evolução dos paradigmas em Educação	80
Quadro 4.1b: Evolução dos paradigmas em Educação (continuação).....	81
Quadro 6.1: Horário de aulas	118
Quadro 6.2: Horário das seções de trabalho.....	119
Quadro 6.3: Composição dos grupos e percentual de frequência	120
Quadro 6.4: Respostas da indagação 1	125
Quadro 6.5: Respostas da indagação 2	127
Quadro 6.6: Respostas da indagação 3	128

ABREVIATÖES

AABC - Ambiente de Aprendizagem Baseado em Computadores

AVI - Audio Video Interleaved

CAI - Computer Assisted Instruction

CD-ROM - Compact Disc-Ready Only Memory

CNPQ - Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CPU - Central Processing Unit

EDUCIN - Educação e Informática

EDUGRAF - Laboratório de Software Educacional

FAI - Física Auto Instrutiva

FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos

FPU - Flotation Point Unit

GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física

HD - Hard Disk

HTML - Hypertext Markup Language

IA - Inteligência Artificial

IBCEC - Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura

IES - Institutos de Ensino Superior

MAC - Macintosh

MRU - Movimento Retilíneo Uniforme

MRUV - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

NUTES - Núcleo de Tecnologia Educacional de Saúde

PBEF - Projeto Brasileiro de Ensino de Física

PC - Personal Computer

PEF - Projeto de Ensino de Física

PSSC - Physical Science Study Committee

PVC - Policloreto de Vinila

RAM - Random Access Memory

SEI - Secretaria Especial de Informática

SI - Sistema Internacional de Unidades

SVGA - Super Video Graphics Array

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas

URSS - União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE QUADROS	VIII
ABREVIACÕES.....	IX
ÍNDICE	XI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. A Componente Histórica	2
1.2. A Componente Político Social	6
1.3. Problemática	13
1.4. Justificativa	13
1.5. Objetivos.....	17
1.5.1. Objetivo Geral	17
1.5.2. Objetivos Específicos	17
1.6. Estrutura	18
2. O CONHECIMENTO E A APRENDIZAGEM.....	19
2.1. O Conhecimento.....	19
2.1.1. O que é o Conhecimento?	19
2.1.2. As formas de Conhecimento	21
2.1.2.1. Conhecimentos sobre Objetos	22
2.1.2.2. Conhecimentos sobre as Situações e os Acontecimentos	22
2.1.2.3. Conhecimentos sobre as Ações ou Procedimentos	22
2.1.2.4. Códigos Figurados	22
2.1.3. Aquisição de Conhecimentos.....	23
2.1.3.1. Aprendizagem por Descoberta a partir da Ação	24
2.1.3.2. Aprendizagem por Instrução.....	24
2.1.4. Reflexões sobre o Conhecimento	25
2.2. A Representação do Conhecimento	25
2.2.1. Distinção de Representações e Conhecimentos.....	26
2.2.1.1. As Representações	26

2.2.1.2. Os Conhecimentos	26
2.2.2. Modelo Cognitivo para a Representação do Conhecimento	27
2.2.3. Características dos Tipos de Representações	28
2.2.3.1. Representação por Lógica de Predicados	28
2.2.3.2. Representação por Regras de Produção	29
2.2.3.3. Representação por Redes Semânticas	29
2.2.3.4. Representação por Quadros e Roteiros (Frames e Scripts)	29
2.2.3.5. Representação em Forma de Objetos	30
2.3. Processo de Ensino Aprendizagem	31
2.3.1. Estágios de Aprendizagem	31
2.3.2. Estilos de Aprendizagem	33
2.3.2.1. Experiência Concreta (Sentir)	34
2.3.2.2. Experiência Reflexiva (Observar)	34
2.3.2.3. Experiência Abstrata (Pensar)	34
2.3.2.4. Experiência Ativa (Fazer)	35
2.3.3. Ensino Aprendizagem	36
2.3.3.1. Características dos Estudantes	36
2.3.3.2. Características dos Professores	38
3. O CONSTRUTIVISMO DE PIAGET	41
3.1. Histórico de Jean Piaget (1896-1980)	42
3.2. A Equilibração Cognitiva	43
3.2.1. O Processo de Adaptação	44
3.2.2. As Formas de Equilibrações	46
3.2.3. As Regulações	47
3.2.4. A Abstração Reflexionante	50
3.2.5. Os Períodos da Construção da Inteligência	53
3.3. O Aluno do 2º Grau	54
4. A INFORMÁTICA E O PROCESSO EDUCACIONAL	57
4.1. A Aprendizagem de Ciências e da Física	57
4.1.1. O Conhecimento Físico X a Física da Sala de Aula	57
4.1.2. Evolução do Ensino Aprendizagem de Ciências e de Física	59
4.2. O Processo de Ensino Aprendizagem	61

4.2.1. A "Escola Real"	61
4.2.2. Os Elementos do Processo Ensino-Aprendizagem.....	64
4.2.3. Os Instrumentos de Ensino	66
4.3. A Informática no Processo Ensino Aprendizagem	70
4.3.1. Histórico	70
4.3.1.1. No mundo	70
4.3.1.2. No Brasil	72
4.3.1.3. Na UFSC	73
4.3.1.4. No Colégio de Aplicação	74
4.3.2. O Computador e o Ensino-Aprendizagem.....	75
4.3.3. Os Aplicativos Computacionais Educacionais.....	82
4.3.3.1. O Ambiente LOGO	84
4.3.3.2. O Aplicativo Interactive Physics.....	85
5. O ESTADO DA ARTE	89
5.1. O Aplicativo Computacional Educacional	89
5.1.1. Configuração de Hardware	89
5.1.2. O que é Interactive Physics?.....	90
5.1.2.1. Engenharia de Simulação	91
5.1.2.2. Scripts de Partida	91
5.1.2.3. Editor Inteligente.....	92
5.1.2.4. Posicionamento de Objetos baseado em Fórmulas	92
5.1.2.5. Suporte FPU.....	93
5.1.2.6. Editando Objetos Livres	93
5.1.2.7. Inter-Aplicações.....	93
5.1.2.8. Exportação de Dados	94
5.1.2.9. Dispositivos de Entrada e Saída.....	94
5.1.2.10. Conjunto completo de botões de menu	94
5.1.2.11. Ferramenta de texto	95
5.1.2.12. Gráficos Móveis.....	95
5.1.2.13. Dimensionador de Forças.....	95
5.1.2.14. Características Gráficas	95
5.1.2.15. Múltiplos Referenciais	95

5.1.2.16. Controle Completo de Unidades	96
5.1.2.17. Relação Completa de Fórmulas	96
5.1.2.18. Menu de Exibição de Arquivos	96
5.1.2.19. Dimensionador de Localização.....	97
5.1.2.20. Exibição de Vetores.....	97
5.1.2.21. Controle de Tempo.....	97
5.1.2.22. Controle de Aplicação	97
5.2. Campo de Trabalho e Exemplos Básicos	98
5.2.1. Iniciando o Aplicativo	98
5.2.2. Barras de Ferramentas	99
5.2.2.1. Ferramentas Padrões do Windows	100
5.2.2.2. Ferramentas de Edição	100
5.2.2.3. Ferramentas de Controle de Animação.....	100
5.2.2.4. Ferramentas de Criação	101
5.2.2.5. Ferramentas de Articulações e de Elementos Físicos.....	102
5.2.2.6. Barra de Coordenadas	102
5.2.2.7. Barra de Controle de Animação	103
5.2.3. Passos para Criar uma Nova Simulação	103
5.2.4. Montando uma Simulação Simples.....	104
5.2.4.1. Criando um Círculo.....	104
5.2.4.2. Especificando uma Velocidade Inicial	106
5.2.4.3. Animando a Simulação.....	107
5.2.5. Medindo-se Propriedades Físicas em uma Simulação	107
5.2.6. Pedagogia do Estado-da-Arte	108
6. INSERÇÃO DO ENSINO EXPERIMENTAL INFORMATIZADO NO PROCESSO EDUCACIONAL	111
6.1. O Colégio de Aplicação da UFSC.....	112
6.1.1. Histórico do Colégio de Aplicação.....	112
6.1.2. Filosofia do Colégio de Aplicação	113
6.1.3. Prática Pedagógica	114
6.1.4. Objetivos do Colégio de Aplicação.....	114
6.1.4.1. Objetivo Geral.....	114

6.1.4.2. Objetivos Específicos	115
6.2. O Processo:	115
6.2.1. Descrição dos Envolvidos:	116
6.2.2. Descrição do Equipamento:	117
6.2.3. Descrição das Atividades	117
6.2.3.1. Primeira Parte:.....	118
6.2.3.2. Segunda Parte:.....	122
6.2.4. Consulta Inicial	125
6.2.5. Consulta Final	131
6.2.5. Considerações Geradas do Processo:.....	132
7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	138
7.1. Conclusão.....	138
7.2. Sugestões para futuros trabalhos	140
8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	141
ANEXOS	146
ANEXO I: Teclas de atalhos do Aplicativo	147
ANEXO II: Plano de Curso de Física	149
ANEXO III: Modelos das Consultas	158
ANEXO IV: Notas, Frequência e Rendimento da Turma	161

1. INTRODUÇÃO

Diversos conceitos de Ciência, Tecnologia e Sociedade em Educação Científica surgiram e se desenvolveram durante os anos 80 e continuam sendo colocados em prática nos anos 90, coincidentemente ou não com o surgimento e desenvolvimento dos computadores pessoais (PC's). A década de 90, certamente, não impedirá o avanço de um currículo fundamentado na Ciência e tecnologia, mas ao contrário, promete transformar o currículo tradicional numa nova forma de ensino-aprendizagem que irá atender as necessidades do aluno-cidadão e da sociedade como um todo para o século em que estamos entrando.

Os currículos atuais de Ciências, a Física em especial, privilegiam os conteúdos científicos tradicionais dos livros textos, sem a atenção para uma maior visão destes conteúdos. De uma outra forma a integração da Ciência e a Sociedade com uma ferramenta, os PC's, capaz de despertar a atenção dos mais céticos nos permite reordenar os atuais conteúdos afim de elaborar um conteúdo mais integrado e moderno abrindo espaço para o aprendizado dos conceitos físicos com os avanços científicos e tecnológicos e suas implicações sociais.

Neste final do século, constata-se que a sociedade está passando por um período revolucionário, e não apenas de mudanças da ordem de uma evolução tecnológica normal, pois estas mudanças não são progressivas e regulares, mas sim rápidas, profundas e de forma variada. Além disso, começa a haver um processo de mudança política no quadro mundial, com o final da guerra fria, a passagem para a chamada globalização, processos estes assinalados como *“uma reestruturação radical do sistema político internacional e uma revolução técnico científica que altera a organização do sistema produtivo”* (Mercado, 1993:52).

Quando se fala em revolução, cientificamente ou em relação aos acontecimentos sociais e políticos, relaciona-se uma mudança radical, que marca uma ruptura de continuidade do usual, atrelado a uma inovação, levando a uma nova perspectiva de mundo.

É interessante notar, no entanto, que a palavra *revolução* tem origem nas Ciências Exatas. Curiosamente, o emprego deste termo pelos gregos antigos nada tinha de "revolucionário". O termo era utilizado, como ainda é hoje, para designar o movimento de rotação de um corpo em torno de um outro corpo ou ponto "fixo", desta forma, mostra a regularidade de um fenômeno - daí se dizer a revolução de um planeta em sua órbita.

1.1. A Componente Histórica

A evolução Histórica da Ciência e da cultura de um povo permite um diálogo proveitoso entre a tradição de ontem e as inquietações de hoje. A força das idéias e, com elas, as grandes realizações da Ciência, estão presentes em nossa vida, mesmo quando na memória já se pereceram os homens e povos que fundamentaram as mesmas. Tentaremos, então, estabelecer um resumo do conhecimento ocidental, ressaltando os pontos intimamente ligados ao currículo de Física trabalhado com as turmas do 2º grau.

Não temos como identificar o ponto inicial da construção do conhecimento filosófico ocidental, no entanto podemos ressaltar como um "salto", na Grécia antiga, do mundo dos mitos para as hipóteses racionais sobre a origem e a concepção do universo, pelo conjunto de investigações dos pensadores pré-socráticos, entre eles, Tales de Mileto (625 - 546 a.c.) e Pitágoras (580 - 500 a.c.). Estas investigações, foram base para filosofia de Platão (427-347 a.c.) construindo uma doutrina em que se conjugam a busca da verdade e a organização de uma sociedade perfeita, conjuntamente com o pensamento de Aristóteles (384-322 a.c.), que tentará conciliar as exigências lógicas e metafísicas com a instabilidade da realidade empírica.

Na idade média, dominada pelo cristianismo, foi realizado um gigantesco esforço para adaptar o pensamento grego à idéia cristã do destino sobrenatural do homem, tão bem representado por Santo Tomás de Aquino (1225 -1274).

O Renascimento, conduziu a primeira revolução do pensamento científico, forçando a independência do intelecto frente aos dogmas e outras sujeições. Encarnando este espírito libertador, Francis Bacon (1561-1626) elaborou a teoria do procedimento indutivo e o método empírico da Ciência. Para Bacon o objetivo da Ciência é dominar e controlar a natureza.

Descartes (1596-1650), considerado o fundador da filosofia moderna, acreditava que a chave para a compreensão da natureza era a sua estrutura matemática.

"Não admito como verdadeiro o que não possa ser deduzido, com a clareza de uma demonstração matemática, de noções comuns de cuja verdade não podemos duvidar. Como todos os fenômenos da natureza podem ser explicados desse modo, penso que não há a necessidade de admitir outros princípios da Física, nem que sejam desejáveis."
(Descartes citado por Capra, 1982:53)

O método proposto por Descartes é analítico e dedutivo, os pensamentos e problemas são decompostos, numa ordem lógica, em suas partes componentes. O método de Descartes foi uma grande contribuição à Ciência, mas a grande ênfase dada ao mesmo levou a uma divisão das disciplinas e do pensamento o que gerou o fenômeno chamado reducionismo, ou seja, pode-se entender como a crença em que todos os fenômenos, simples ou complexos, podem ser entendidos através da análise das suas partes constituintes.

Não citado por Capra, devemos salientar, a importância de Galileu Galilei (1564-1642) pelas suas contribuições ao método científico. Galileu

mostrou o novo caminho para o conhecimento da natureza: a observação dos fenômenos tais como ocorrem e não como explica a pura especulação, juntando a experimentação a matemática, deste modo, conduzindo a Isaac Newton (1642-1727) unificar o método experimental e indutivo de Bacon com o racional e dedutivo de Descartes, desenvolvendo uma completa formulação matemática da concepção mecanicista da natureza. A base filosófica do seu método, era a de que o mundo é um sistema mecânico que pode ser descrito de forma objetiva, sem necessidade de se fazer menção ao observador.

O modelo mecanicista de Newton, se consolida com as descobertas de John Dalton sobre o comportamento físico dos gases, e com a teoria da Química Atômica, desenvolvida no século XIX, fazendo com que os princípios do seu método sejam adotados por todas as Ciências, inclusive as Ciências Humanas. As recém criadas Ciências Sociais, ainda no século XIX, chegaram a ser chamadas de "Física Social".

John Locke (1632-1704), desenvolveu uma concepção atomística à sociedade, reduzindo os padrões da mesma ao comportamento dos seus indivíduos:

"tal como os átomos de um gás estabelecem um estado de equilíbrio, também os indivíduos ou seres humanos se estabilizariam numa sociedade." (Capra, 1982:64)

Existem, portanto leis naturais na sociedade que, se respeitadas, levarão a mesma ao equilíbrio. A descoberta e o respeito destas leis seria o papel dos governos. O *Iluminismo* fundado por Locke, influenciou o pensamento econômico e político do mundo, os seus ideais eram o direito à propriedade, a mercados livres e a governos representativos e, ainda, o direito ao individualismo, à liberdade e à igualdade.

A inadequação do modelo de Newton foi percebida só no século XIX quando do estudo dos fenômenos elétricos e magnéticos. O mundo era muito mais complexo do que Newton e Descartes haviam imaginado. O conceito de evolução de Darwin (1808-1882) também contribuiu nesta direção. Um novo pensamento científico começa então a ser esboçado.

A mecânica quântica, criada no século XX, além de reformular os conceitos de tempo, matéria, espaço, objeto e causa e efeito, descobriu a existência de partículas subatômicas com um aspecto dual (partícula - onda). Essa dualidade, na verdade, levou a descoberta de que *"...nem o elétron nem qualquer outro objeto atômico possuem propriedades intrínsecas, independentes do meio ambiente"* (Capra, 1982:73). O fato de todos esses conceitos nortear os modos de perceber e vivenciar o mundo causou reações violentas a essa teoria. Os efeitos desta nova visão se fizeram sentir mais rapidamente na Física que nas outras Ciências, onde o choque só começou a ser sentido depois da segunda metade deste século.

Desta maneira, pode-se afirmar que *"na nova Física não se lida com coisas, lida-se com interconexões"* (Ramos, 1996:8):

"É assim que a Física moderna revela a unicidade básica do universo, mostra-nos que não podemos decompor o mundo em unidade infinitas, com existência independente. Quando penetramos na matéria, a natureza não nos mostra qualquer elemento básico isolado, mas apresenta-nos como uma teia complicada de relações entre as várias partes de um todo unificado." (Capra, 1982:75)

E, dessa forma,

"...a separação das leis da natureza entre Ciências diferentes é um artifício humano: a natureza é um todo integrado. E, nessa natureza,

como vimos, a indeterminação, a irreversibilidade, a complexidade, a instabilidade são as leis." (Tiezzi, 1988:191)

Assim, "essa nova percepção do mundo é denominada de sistêmica, ou holística, ou, ainda, orgânica. Nela, os sistemas são entendidos como totalidades integradas que não podem ser reduzidos, pois a redução descaracteriza os princípios básicos organizadores do próprio sistema que se quer descrever. A natureza do todo é diferente da mera soma das partes. Essa nova visão resgata a importância da síntese no pensamento, ou seja, o pensamento intuitivo não é mais dispensável." (Ramos, 1996:8).

"Os sistemas vivos são organizados de tal modo que formam estruturas de múltiplos níveis, cada nível dividido em subsistemas sendo cada um deles um 'todo' em relação as suas partes, e uma 'parte' em relação a todos maiores." (Capra, 1982:40)

O mundo atual está, desta forma, interligado na sua totalidade, seria a chamada "globalização" dos fenômenos físicos, psicológicos, biológicos e sociais; onde pode-se afirmar que a informática é uma Ciência que surgiu neste meio.

1.2. A Componente Político Social

O novo papel da tecnologia na Educação não pode simplesmente se substanciar na existência de equipamentos ou no apoio logístico, mas na maneira como a instituição de ensino, em especial, docentes e alunos, utilizam estes recursos para renovar os processos relacionados.

A tecnologia da informática é um componente fundamental no processo educacional, assume um papel preponderante na chamada era "globalizada". Não podemos pensar em descartar este componente do desenvolvimento científico e tecnológico que humanidade vem desenvolvendo nas últimas

décadas. A Educação, enquanto projeto humanitário de "ser mais", não pode excluir os envolvidos no processo educacional deste recursos cultural.

Parece claro que isso exige certa pressão dos que estão ligados ao processo onde está sendo servido esta "sopa" cultural chamada recursos informáticos, e com certeza teremos aí presente a clássica divisão antagônica, "inforicos" e "infopobres", mas isto é apenas mais um recorte da sociedade de classes. Em resumo, devemos sim usar a informática no processo educacional, pois caso contrário estaremos encarando este processo como algo atrasado e fora de sintonia com o mundo contemporâneo.

Algumas considerações, podem ser feitas, desta forma, baseadas nas colocações e indagações de Ramos (1997).

"Algumas pessoas podem contestar o porque de utilizar-se tais tecnologias, num país tão carente, com necessidades básicas, como alimentação e saúde, afirmam ser um despropósito propor o uso de recursos tão caros na Educação." (Ramos, 1997)

Pode-se afirmar, que o país é carente sim, muitíssimo carente...*na área da Educação*. Seus habitantes, do ponto de vista da cultura científico-tecnológica, são tão "carentes", "famintos" e "doentes", que qualquer coisa diante de tal "pobreza cultural", vai parecer muito caro à primeira vista. Enquanto isto, esta população de "analfabetos funcionais" vive e convive e finge interagir cientificamente no dia a dia de suas vidas com diversos recursos da informática. Por exemplo: a conta de luz e água é uma impressão original à laser, o terminal do caixa eletrônico dos bancos, entre outros.

É preciso pensar a Educação com a mesma prioridade com que os governos "salvam" bancos privados "falidos". É preciso investir maciçamente na Educação! É um grande erro fazer Educação, em especial Educação em Ciências naturais, com material de baixo custo ou sucata. Por que usar sucata

na Educação? Por que não usá-la também na rede bancária? Por que não fazer carros com sucatas? Resumindo, investindo na Educação, estaremos investindo no ser humano, razão de tudo na sociedade.

"O computador pode tornar mais eficiente e mais barato o processo educacional, afinal de contas, pode-se dizer que é para isso que as empresas em geral os utilizam. Deste ponto de vista, podemos ter mais gente, aprendendo mais coisas, em menos tempo e com menos professores?" (Ramos, 1995)

Devemos ter estas preocupações, principalmente porque vivemos numa nação capitalista periférica. Porém, ela não deve ser a preocupação central. É claro que queremos baratear o custo, aumentar o controle, maximizar a eficiência e minimizar a energia investida. Contudo, não podemos reduzir tudo à lógica do mercado.

A informática deve ser prioritária no processo educacional enquanto potencializadora de automatizar processos possíveis e necessários de serem efetivamente melhor gerenciados. Por exemplo: usando um qualquer editor de textos consegue-se preparar uma mensagem de e-mail sem necessariamente estar plugado (ligado) em rede. Isto faz com que resolva este problema, e a tarefa de resolver problema, desta forma torna-se científica, utilizando este recurso da informática.

Contudo, isto não significa apenas que o importante seja consumir softwares sem fazer o indispensável balanço energético do custo/benefício, do ponto de vista humano, ou seja, se agindo desta forma, se esta se libertando cada vez mais, se está se emancipando de outras formas de usar o e-mail, como por exemplo sem estar necessariamente plugado e num determinado local, no caso num micro on-line. Resumindo, o computador pode tornar mais eficiente a maior empresa, ou seja, o maior empreendimento, o humano, o ser mais deste sujeito que faz história.

"Algumas pessoas também afirmariam que o uso de tais tecnologias no processo educacional traz o risco de desumanizar, padronizar e tornar ainda mais autoritário o processo educacional." (Ramos,1995).

Poderia-se, dizer que, este risco existe em todas as práticas sociais. A prática desumanizante está presente no mundo humano, principalmente quando um dos sujeitos envolvidos do processo produtivo não se apropria de seu trabalho e o outro que não a produzia produz a mais valia ao vendê-lo como mercadoria. Mesmo assim deve-se apostar no computador, enquanto extensão do pensamento-ação dos seres humanos no mundo, pode potencializar novas formas de produzir sua existência.

Na década de 80, realizando o curso de graduação em Física da Universidade Federal de Santa Catarina, basicamente construíamos experiências nas aulas da disciplina de Instrumentação do Ensino usando canos de plástico (PVC), para realizar projetos educacionais. Poder-se-ia imaginar o que se faria se tivesse um processador de textos. Poderia-se inserir estes projetos em uma revista eletrônica em linguagem HTML de todos os alunos de Instrumentação do país e do exterior. Exemplos disto já são possíveis, como na própria UFSC, o sistema HIPERNET, e as diversas home pages que se alastram no país a nível de 2º grau.

Ou seja, depende de nós, de nossa ação intencional no espaço escolar formal, de transformar a interação homem-máquina, na mais humana possível.

"Os países ricos e as escolas particulares estão adotando o uso desta tecnologia, precisamos dar as mesmas oportunidades a todos os cidadãos?" (Ramos,1995)

Com certeza a maior preocupação deve ser com a maioria. Contudo, a grande maioria já não está mais onde gostaríamos que estivessem: na escola

pública. Por exemplo: Cuba, país oprimido por embargos internacionais, não tem computador em todas as escolas, nem em todos supermercados como aqui, mas já existe uma preocupação em desenvolver tecnologia neste setor e colocar a disposição da população que vive o processo educacional. É tarefa nossa, como professores e educadores, dar as mesmas oportunidades a todos os cidadãos!

"Os computadores estão em toda a parte, no futuro ninguém mais conseguirá um emprego se não souber usar os computadores, precisamos preparar os alunos para esse futuro mercado de trabalho informatizado?" (Ramos, 1995).

Pode-se afirmar que não é futuro mercado! É presente! Presente que se altera rapidamente. É preciso enfrentar isto de frente. É preciso dizer para os professores, de Ciência e tecnologia, em particular, que não podemos mais ensinar a "cinemática do ponto material condenado a andar na reta", como se mundo se reduzisse a resolver questões dissociadas da realidade.

Na mesma linha, não dá para ficar investindo maciçamente na formação de professores nos moldes das licenciaturas atuais, onde ainda se ensina majoritariamente de forma clássica, de tal forma que a Física do Estado Sólido, por exemplo, fica relegada à um plano de um quarto escuro na grade curricular. Resumindo, não se trata apenas de preparar o aluno, mas de viver com ele esta realidade transformada que é a realidade informática.

O computador pode, não só facilitar muito a vida dos professores (preparação dos materiais, demonstração como recurso visual, administração dos dados dos alunos, etc.), como, pode também ampliar o espectro da prática educativa autêntica, que se insere no mundo, que pode ser o tecnológico, para decodificá-lo e transformá-lo.


Contudo, o principal potencial do computador atualmente, é o acesso ao conhecimento disponível na rede internacional. Com isto, podemos quebrar o monopólio das editoras de livros-didáticos, por exemplo. Podemos ter acesso rápido a experiências educativas que alunos e professores de todo o mundo estão tendo com determinado material, método, bibliografia, etc.

"A escola é muito chata, os computadores podem torná-la mais interessante?" (Ramos, 1995).

A escola é chata porque temos feito coisas chatas, falado sobre coisas chatas, interagido com pessoas de forma chata, tratado conteúdos vivos de forma morta, etc. Desta forma, podemos ter computadores na escola e interagirmos com ele de forma muitíssimo chata.

Novamente, cabe a nós professores, intérpretes-autores do processo educacional, que necessariamente deve ser gerenciado por nós, revitalizar os conteúdos culturais, os quais são visto como chatos, distantes da realidade vivida dos envolvidos no processo de escolarização formal. Afinal, isto é tarefa para ontem, ou corremos o risco das futuras gerações acharem a Física chata.

"O computador tem um potencial revolucionário, pode promover o processo cognitivo, pode permitir e subsidiar a implantação de novas perspectivas pedagógicas?" (Ramos, 1995).

Isto não pode ser mérito do computador! Deve ser, isto sim, mérito do ser humano que o projetou e com sua ação transformadora concretizou este projeto efetivamente revolucionário. Com certeza através dele podemos  implantar novas perspectivas pedagógicas. Mas a orientação desta perspectiva vai depender de prioridades traçadas por nós. Por exemplo, a cultura do PC que nos coloca a mercê dos mais diversos vírus, poderia ser amenizada com o uso do MAC, contudo não reagimos a isto. Afinal estamos abrindo mão de sermos autores de nossa história?

"O computador está transformando o mundo em que vivemos, para que o controle político e social dessa transformação possa se realizar é preciso promover e disseminar a compreensão do mesmo?" (Ramos, 1995).

Basta compreender? Basta construirmos grandes "frameworks" a respeito de microcomputadores? Creio que é preciso fazermos grandes projetos de investigação e ação educativa, fazendo com que as pessoas se envolvam concretamente com eles para transformarem de fato suas vidas.

É preciso envolver os alunos em planejamentos de atividades para que as desenvolvam, com controle rigoroso através de mecanismos de observação desses fazeres informáticos, e refletir em equipe sobre os avanços e os tropeços enfrentados. Quem sabe assim, nossas aulas, nossos projetos, encontrarão mais parceria dos alunos, de outros professores (que nem sequer suspeitam do potencial educativo daquilo que estamos mexendo), da comunidade como um todo.

Por outro lado, fazer política na sociedade, significar prever como a interação humana pode ser previsível. Por exemplo, ao cortar significativa os recursos da área de Ciência e tecnologia no país o governo sem muita dificuldade pode-se fazer a previsão que a curto prazo, cinco anos, por exemplo, estaremos cada vez mais consumindo tecnologia ao invés de criá-la e recriá-la.

Resumindo, é melhor que aprendamos na prática, com os computadores, a fazer política, antes que alguém faça por nós na figura de professor.

1.3. Problematização

Como implementar um curso de Física Experimental, que contemple o conhecimento científico, as aplicações tecnológicas, através do uso do computador e as relações cotidianas dos alunos de 2º grau e, que coincida temporal e didaticamente com a Física Teórica regular, numa escola de aplicação de uma Instituição de Ensino Superior, onde só exista o espaço físico do laboratório e sala de aula.

1.4. Justificativa

Os sistemas de produção buscam otimizar o valor agregado aos recursos materiais. Dentro de uma concepção mais moderna, produtos são bens e serviços. Educação é um bem cultural.

Diversas dissertações e teses dentro do programa de pós-graduação em Engenharia de Produção têm-se voltado ao ensino fundamental, em particular o ensino de Ciências, para adequar os diversos tipos de instituições a um mundo em contínua mudança.

Partimos do pressuposto que o ensino de Física Experimental, onde o computador tem papel fundamental, é indispensável para o desenvolvimento do processo educacional científico desta área, isto é, da Educação em Física. Este ensino é desconsiderado, frente a condicionantes, “impostos” pela comunidade escolar das escolas de aplicação, que priorizam o formalismo matemático (ensino formal) de resolução de problemas acadêmicos, visando a preparação para o vestibular, e desconsideram sobremaneira a revolução que está levando a sociedade industrial para a sociedade da informação.

Vemos que é freqüente que a maioria dos alunos é capaz de reproduzir (memorização) conceitos e equações matemáticas, unicamente tomando conhecimento dos modelos implementados em sala de aula. Porém, quando é suscitado a alguma atividade que envolva extrapolação ou discernimento, seu

potencial de resposta chega praticamente a se anular frente as relações do conhecimento adquirido com o cotidiano ou a um experimento controlado.

“A criança raciocina unicamente sobre os estados ou configurações estáticas e despreza as transformações como tais: para poder captar estas últimas deve raciocinar, ao contrário, mediante operações reversíveis e estas operações se constroem paulatinamente, mediante uma progressiva regulação das compensações que estão em jogo.” (Piaget, 1963:62).

Observamos também, que o ensino formal, de sala de aula, nos colégios de aplicação de Institutos de Ensino Superior (IES) está rigidamente ligado em seqüências programáticas mais ou menos extensas, que a tradição escolástica considera indispensável para concluir os estágios curriculares previstos. Contudo, paulatinamente, no caso específico do Colégio de Aplicação da UFSC, tem-se inserido uma abordagem diferente, concatenando o conhecimento teórico, das leis básicas e o aprendizado da Ciência como um todo, com a adoção de um livro didático (Alvarenga & Máximo, 1980).

Já o implemento de novas tecnologias de informação no ensino pretende ocasionar o desenvolvimento (Tavares, 1992), aumentar a motivação do aluno despertando mais interesse e curiosidade, reduzindo assimetrias da qualidade, garantindo a utilização de módulos de ensino com qualidade semelhante em diversas escolas, apoiando também sistemas de Educação a distância.

Desde algumas décadas, podemos verificar o problema do método de ensino (Loedel, 1949), quanto a dedução/indução do conhecimento/aprendizado dos princípios físicos, relacionando a experimentação como fator preponderante do ensino de Ciências naturais, seja relevando importância ao domínio do “vocabulário científico”, como realizando atividades experimentais. Vemos com isto que, a preocupação em mudar a metodologia

empregada em sala de aula, não é de forma alguma um fato recente, contudo, se constituindo num tema bastante atual.

Neste contexto, a tecnologia dos computadores nada representa. Deve-se enfatizar seu uso junto com livros, gráficos e a experimentação propriamente dita (Franciosi & Tavares, 1992). O papel inovador da tecnologia dos computadores, não está representada pela presença física das máquinas, mas sim na forma como a instituição, os professores e alunos a utilizam, renovando o processo ensino-aprendizagem.

A discrepância do ensino formal em sala de aula, que prioriza o “formulismo” matemático não oferece opções que visem uma melhor interiorização e apropriação do conhecimento científico, associadas ao cotidiano vivencial do aluno-educando, e não relaciona o conteúdo aos avanços econômicos, na produção e nas novas formas de cultura. Contudo não pode-se combater a deficiência e a má qualidade da Educação ignorando os mecanismos que movem o sistema, sem ter uma visão integral da inovação tecnológica e da sua inserção na Educação (Casas, 1994).

Numa possível opção de ensino de Física partindo do cotidiano, é dado relevância prática para a Ciência, iniciando de dados da vivência cotidiana e relacionando os princípios básicos da Física (GREF, 1990). Esta opção, ao nosso ver um ponto de partida para o ensino de Física, que visa romper com o ensino formal, priorizando a formação do aluno-educando como cidadão ativo e responsável da sociedade.

É nas primeiras séries do 2º grau que o estudante começa a sistematizar o seu aprendizado na disciplina de Física, portanto torna-se preponderante que estas relações introdutórias sejam de tal modo, que solicite o interesse e curiosidade pela disciplina. Portanto há necessidade de alcançar novas e diferentes metodologias de ensino, utilizando a nova tecnologia e buscando mudanças no ensino e na aprendizagem.

Podemos salientar também, que a inter-relação que deverá ser feita com o modelo teórico/experimental, necessita de materiais didáticos dialógicos (Bastos, 1990), que podem ser confeccionados juntamente com o desenvolvimento das atividades educacionais, de maneira conjunta com os alunos-educandos. Portanto, fazendo os mesmos intérpretes-autores do processo educacional, conjuntamente com a reelaboração dos conteúdos programáticos.

Vemos que no decorrer dos anos, as mudanças aplicadas na metodologia de ensino com a introdução do uso do computador, proporcionam um maior envolvimento do aluno. Portanto devemos basear as atividades de laboratório na criatividade e na participação do aluno na elaboração de seu conhecimento.

Devemos enfatizar, que as atividades experimentais, assistidas por computador, e de laboratório, não devem funcionar apenas como constatação da teoria, fazendo com que os alunos-educandos as separem da realidade vivencial do cotidiano, mas que estas atividades gerem questionamentos que levem a refletir e desenvolver em si mesmo a busca de soluções, e que associem a Ciência as constantes inovações tecnológicas e ao uso correto desta nova tecnologia de informação.

A informática, por ser uma ferramenta cada vez mais presente no processo de trabalho, configura-se como uma tecnologia de apoio a aprendizagem, com o potencial de tornar-se uma das mediações nas relações entre Educação e trabalho.

Entendemos que estas ações devam contribuir na procura da conscientização, nossa e de nossos educandos, sempre relacionada na conjuntura das situações concretas de vida, de modo que possamos juntos aprender o que significa a mesma para nós.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo Geral

Propor um modelo para um curso de Física Experimental em uma escola de aplicação de 2º grau de uma IES, que contemple o conhecimento científico, a introdução da tecnologia da informação através do uso do computador utilizando um aplicativo computacional educacional apropriado e as relações cotidianas dos alunos de 2º grau.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Elaborar uma proposta didático-metodológica para o curso de Física Experimental, incorporando os conceitos de ergonomia cognitiva e interface homem-máquina, contabilizando-a com a carga horária de Física Teórica (04 horas-aula semanais).
- Implementar a proposta didático-metodológica elaborada, com os alunos regularmente matriculados, ocupando a carga horária do curso de Física Teórica.
- Avaliar a experiência educacional desenvolvida, parametrizando-a com referenciais teóricos desta área específica.

Para alcançar estes objetivos, é relevante:

- O estudo da bibliografia sobre as propostas didáticas metodológicas, para o ensino de Física Experimental e projeto político-pedagógico das escolas de aplicação das IES do país;
- O estudo da bibliografia sobre as propostas instrumentalizadoras, em especial ao ensino assistido por computador;

- A sistematização dos dados coletados no estudo bibliográfico, fazendo a correlação entre os mesmos e, comparando-os com a realidade educacional do Colégio de Aplicação da UFSC;
- E a instrumentalização do laboratório de Física, com sistemas físicos, de caráter teórico experimental e computacional, para suportar a proposta didático-metodológica elaborada.

1.6. Estrutura

No **capítulo 2**, através de uma revisão bibliográfica, procurou-se abordar os temas conhecimento, representação do conhecimento, ensino aprendizagem e processo do desenvolvimento cognitivo, assim como as características dos alunos e professores frente a estes temas.

No **capítulo 3**, também através de uma revisão bibliográfica, procurou-se uma fundamentação teórica ao trabalho, baseado na teoria construtivista de Jean Piaget, enfatizando-se a fase de aprendizagem do adolescente, onde se encontram os alunos observados.

No **capítulo 4**, é feita uma revisão bibliográfica sobre o processo educacional do ensino de Ciências, a informática no ambiente educacional, e a aplicação dos processos informáticos no aprendizado de Ciências.

No **capítulo 5**, é feita uma descrição sucinta do aplicativo computacional educacional utilizado, com alguns exemplos de seu funcionamento.

No **capítulo 6**, é apresentado o trabalho realizado com uma turma de alunos do Colégio de Aplicação da UFSC, utilizando-se o aplicativo computacional educacional, no ano de 1997.

No **capítulo 7**, são apresentadas as conclusões e sugestões para futuros trabalhos.

2. O CONHECIMENTO E A APRENDIZAGEM

Neste capítulo procurou-se abordar os temas conhecimento, representação do conhecimento, ensino aprendizagem e processo do desenvolvimento cognitivo, assim como o papel do aluno frente a estes temas.

A aprendizagem é um dos processos chave do conhecimento humano, está em tudo o que fazemos e pensamos. Influi nas características de nossa personalidade e na forma em que percebemos tudo o que nos rodeia.

Dentro desse contexto, nossa preocupação enquanto professores, é buscar através dos conteúdos teóricos dos autores consultados, e de técnicas de aprendizagem, formas de entender o processo de aquisição de conhecimento e suas influências no conhecimento do ser humano.

2.1. O Conhecimento

2.1.1. O que é o Conhecimento?

Bem fácil foi a primeira impressão quando algo tão familiar se apresentou como parte a ser desenvolvido neste trabalho, mas tão começou-se a busca na memória e também na bibliografia, de informações sobre conhecimento, encontrou-se uma “névoa densa” a nos envolver deixando-nos atônitos e curiosos, no porquê da dificuldade em representar ou descrever o que é o conhecimento.

Esta sensação comporta uma reflexão semelhante feita por Edgar Morin (1986), quando aborda o desconhecido do conhecimento.

“Ignorância, desconhecido, sombra, eis aqui o que encontramos na idéia de conhecimento. O nosso conhecimento, todavia tão íntimo e

familiar em nós mesmos, torna-se-nos estrangeiros e estranho quando o queremos conhecer”. (Morin, 1986:15).

Este paradoxo é inquietante e motivador, que estimula a busca de conhecer o conhecimento, buscou-se em diversos autores uma melhor definição para expressar o que é o conhecimento, facilitando o entendimento.

“Conhecer significa, fundamentalmente, descrever um fenômeno, sejam em suas particularidades estruturais seja em seus aspectos funcionais; prever a probabilidade de ocorrência futura de um evento (ou relatar um outro evento passado); e , por fim, manipular e utilizar adequadamente, um objeto qualquer, além de reproduzi-lo até as suas características básicas”. (Garcia, 1988:67).

Analizando também alguns depoimentos de professores, no livro de Fernando Becker, “A Epistemologia do Professor” (1993), nota-se que há uma abordagem vaga levando a noções de senso comum sobre conhecimento.

“Conhecimento é uma coisa difícil, não sei bem definir”; ou “Conhecimento é aquilo que tu sabe”, ou ainda; “São as coisas, as experiências de vida que a gente vai adquirindo, guardando ao longo da vida”. (Becker, 1993:37).

Uma colocação interessante que Morin aborda sobre o conhecimento pode diminuir a “densidade da névoa” sobre o assunto e facilitar a sua compreensão, onde o conhecimento é poder executar operações num conjunto de tradução, construção e solução. Por outras palavras o conhecimento é necessariamente, segundo Morin (1986):

- *Tradução* em signos/símbolos, e sistemas de signos/símbolos (depois com representações cerebrais, em representações, idéias, teorias, etc.)

- *Construção*, isto é, tradução construtivista a partir de princípios/regras "*logiciais*" que permitem constituir sistemas cognitivos articulando informações/signos/símbolos.
- *Solução* de problemas, a começar pelo problema cognitivo da adequação da construção tradutora à realidade que se trata de conhecer.

Com esta última abordagem tem-se talvez uma maneira prática de entender o que compõe o conhecimento, sabendo também que por uma série de limitações do ser humano (hardware), somente podemos refletir o real, dentro de uma realidade percebida, nos três passos acima.

2.1.2. As formas de Conhecimento

Nesta abordagem seguiu-se o capítulo 2 do livro "As atividades Mentais: Compreender, raciocinar, encontrar soluções" de Jean-François Richard (1993), onde das diversas formas de conhecimento e estruturas foram distinguidas:

- Os conhecimentos sobre objetos;
- Os conhecimentos sobre situações e acontecimentos;
- Os conhecimentos sobre ações e mais geralmente os procedimentos.

"Todos estes conhecimentos têm um conteúdo proporcional: são expressos a partir de estruturas predicado-argumento que são a forma geral da expressão dos conhecimentos com suporte verbal". (Richard, 1993:59).

Também têm-se a imagem mental, que pertence a uma outra categoria de conhecimentos.

2.1.2.1. Conhecimentos sobre Objetos

Esta forma de conhecimento está constituída através de conceitos, sendo este uma entidade cognitiva de base, que associa um sentido as palavras que utilizamos. Existem vários pontos de vista e diferentes concepções sobre o conteúdo dos conceitos.

2.1.2.2. Conhecimentos sobre as Situações e os Acontecimentos

Esta forma é expressa por esquemas que podem ser uma maneira de representar a organização dos conhecimentos na memória. Existem uma grande variedade de esquemas propostos, que Richard apresenta.

2.1.2.3. Conhecimentos sobre as Ações ou Procedimentos

Esta forma tem um aspecto duplo, pois quando pensamos, estamos no estágio de desenvolvimento, dito a execução da ação. Algumas vezes só falamos da ação e não dos procedimentos, na verdade temos uma rede semântica bastante complexa e estruturada que envolve os dois, armazenados na memória.

2.1.2.4. Códigos Figurados

A pergunta é, como e sob qual (quais) forma (s) são codificados na memória? Ainda têm-se muitos debates na psicologia cognitiva, apesar de alguns avanços nesta área.

2.1.3. Aquisição de Conhecimentos

Este item trouxe algumas perguntas para reflexão:

- Como o conhecimento é adquirido?
- Como é transportado o conhecimento?
- O conhecimento é a matéria prima da aprendizagem?

Dentro do nosso trabalho a grande preocupação é entender como o conhecimento é adquirido pelas pessoas, pois a ergonomia cognitiva tem um papel fundamental na eficiência deste processo. Por outro lado a nossa formação como professor que trabalha com o ensino, onde acredita-se vai se dar a lapidação no ser humano sobre o conhecer do conhecimento.

Porém, quando verifica-se os depoimentos citados anteriormente por professores, fica a dúvida: Qual a contribuição do professor em ensinar conhecimento? Estas indagações são adequadas e poderiam trazer a um questionamento importante do que pensa o professor sobre conhecimento quando ensina conhecimento.

Segundo Richard, existem duas formas básicas de aquisição de conhecimentos:

- A aprendizagem por descoberta a partir da ação;
- A aprendizagem por instrução.

2.1.3.1. Aprendizagem por Descoberta a partir da Ação

Este tipo de aprendizagem fornece ao usuário a descoberta de conhecimentos através da ação, sendo as aquisições feitas tanto no desenvolvimento, como na execução de tarefas bem como a resolução de problemas.

2.1.3.2. Aprendizagem por Instrução

Esta forma de aquisição de conhecimento consiste numa modificação dos conteúdos que temos armazenados na memória e se dá através de modificações nas estruturas de conhecimento: redes semântica e esquemas¹.

Observando os dois tipos citados acima e relembrando o nosso próprio processo de conhecimento ao longo de nossas vidas tem-se uma grande inclinação em afirmar que a aprendizagem pela descoberta tem larga aceitação pessoal e também é muito citada por professores e instrutores de forma geral.

Já a aprendizagem por instrução, apesar de uma grande utilização, demonstra talvez ser menos eficaz, devido a uma grande variabilidade que têm-se nas estruturas de conhecimentos individuais, redes semânticas e esquemas, que por sua vez vão se alterando mediante uma nova aquisição, sujeita a filtragens de nossas crenças e conhecimentos anteriores.

Porém pode ser que esta interação possa ser até mais benéfica para a elevação do conhecimento do nosso conhecimento.

¹ Conceito de esquema: uma ação que se manifesta com ordem e coerência. É um padrão de comportamento. Na concepção Piagetiana (capítulo 3), a aprendizagem se processa por meio da assimilação e da acomodação. Entende-se por acomodação toda modificação dos esquemas de assimilação. Assimilação é a integração de elementos novos a estrutura ou esquema já existentes.

2.1.4. Reflexões sobre o Conhecimento

Após algumas leituras e de alterações sofridas na nossa memória sobre conhecimento, achamos providencial registrar algumas reflexões feitas por alguns autores:

“O conhecimento da vida introduz-nos na vida do conhecimento de uma maneira extraordinariamente íntima.”(Maturana, 1993:51)

“O problema do conhecimento encontra-se no cerne do problema da vida.” (Morin, 1986:5)

“Tudo que a gente ensina a uma criança, a criança não pode mais, ela mesma, descobrir ou inventar.” (Piaget, 1963:21)

As interrogações sobre o conhecimento devem ser renovadas, pesquisadas e descobertas. Um dos traços mais marcantes do ser humano talvez seja esta possibilidade, nossas limitações quanto ao real não podem ser somente de ordem física e fisiológicas, mas como vê-se na citação de Piaget, todo o processo que hoje está concebido na aprendizagem determine também a nossa realidade, pequena parte do real. Por isso que é importante que cada qual e junto com todos, devemos procurar, questionar o conhecimento do conhecimento.

2.2. A Representação do Conhecimento

No tópico anterior tentamos descrever o que é conhecimento, buscando uma definição, ou pelo menos uma idéia mais clara a respeito do mesmo, contudo vimos que é uma tarefa bastante difícil.

Neste tópico veremos como podemos representar este conhecimento. Para tanto vamos estabelecer, segundo Richard (1993) e também Casas (1994), e outros autores uma distinção, já plenamente aceita pelos pesquisadores, sobre representação de conhecimento.

2.2.1. Distinção de Representações e Conhecimentos

2.2.1.1. As Representações

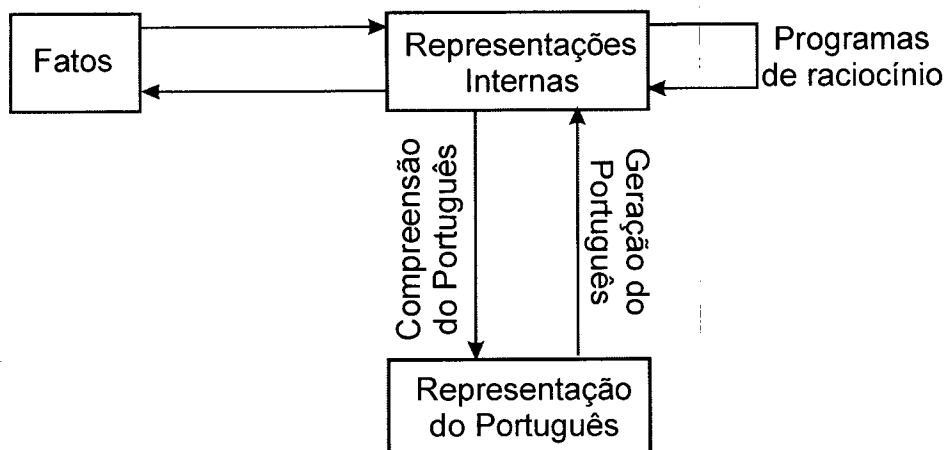
Também chamadas representações ocorrentes, baseiam-se em elementos da situação e da tarefa, logo são particulares, ocasionais e precárias por natureza, logo são transitórias, isto é, substituídas por novas representações após a realização da tarefa. Estão no nível do símbolo.

2.2.1.2. Os Conhecimentos

Também chamadas representações tipo, ou simplesmente fatos, são construções, porém permanentes, e não são inteiramente dependentes da tarefa (gravadas na memória de longo termo).

Em relação ao funcionamento cognitivo a diferença entre representações e conhecimento, é que os conhecimentos devem ser ativados para serem eficientes, enquanto as representações são automáticas.

Como exemplo, podemos considerar a representação de frases em linguagem natural (o português), onde representa-se os fatos da nossa língua para facilitar as representações ao sistema. Veja figura 2.1.



(Fonte: Rich & Knight, 1994:126)

Figura 2.1: Mapeamento entre fatos e representações

2.2.2. Modelo Cognitivo para a Representação do Conhecimento

O problema fundamental para a cognição, é o de como representar o conhecimento que uma determinada pessoa possui. Para isto, este modelo cognitivo deve responder as seguintes perguntas, segundo Casas (1994:86):

- 1) Quais os signos e conceitos primitivos ou canônicos?, isto é o léxico.
- 2) Qual a sua estrutura?, isto é a morfologia.
- 3) Como se relacionam entre si e se concatenam para formar estruturas cognitivas?, isto é a sintaxe.
- 4) Como se guardam, se recuperam, se modificam ou se utilizam na resolução de situações (problemas) da vida real?, isto é, a utilização semântica.

Em função destas indagações, podemos determinar, segundo Anderson, Bower (1993), que um modelo cognitivo satisfatório deveria atender com as seguintes condições:

- 1) Este modelo, deve ter capacidade de representar a maioria das descrições que possa formular ou descrever o ser humano
- 2) Deve mostrar de maneira simples e pragmática a informação essencial extraída de uma determinada descrição.
- 3) Deve conter um mínimo de situações formais, tanto morfológicas, como sintáticas
- 4) Deve permitir uma busca e recuperação relativamente eficiente de descrições básicas
- 5) Deve facilitar a expressão, busca e recuperação de relações concatenadas

As condições vistas anteriormente, levam-nos a abordar alguns tipos de esquemas de representação, segundo Casas (1994):

2.2.3. Características dos Tipos de Representações

2.2.3.1. Representação por Lógica de Predicados

Nesta representação, não usamos somente a lógica de preposições (verdadeiro “V”, ou falsas “F”), como também expressar ou descrever objetos e generalizações sobre classes de objetos.

A característica principal deste tipo de representação é a facilidade de manipular e deduzir fatos novos a partir de fatos conhecidos, contudo limita-se a independência do processamento em relação ao conhecimento utilizado.

2.2.3.2. Representação por Regras de Produção

Esta representação é parecida com o modo das pessoas falarem sobre como resolvem os seus problemas, o conhecimento é representado através de pares de condição-ação. É muito usada em sistemas especialistas, contudo, como é baseada em regras não pode exigir um nível amplo de conhecimento.

2.2.3.3. Representação por Redes Semânticas

Este tipo de representação procura simular o modelo psicológico de memória associativa humana, modelam o conhecimento como um conjunto de pontos chamados nós, ligados por arcos que descrevem as relações entre os nós, como o exemplo da figura 2.2.

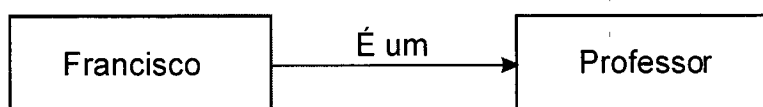


Figura 2.2: Representação por redes semânticas

Importantes associações podem ser feitas explicitamente e suscitantemente, contudo tem os mesmos problemas que a lógica dos predicados.

2.2.3.4. Representação por Quadros e Roteiros (Frames e Scripts)

Nesta forma de representação, os conhecimentos oriundos de experiências anteriores, são usados para representar as novas situações, apresenta-se como uma estrutura de dados para representar um conceito ou uma situação.

É apropriada para uma interpretação de uma sequência específica de acontecimentos, permitindo indicar como os acontecimentos se relacionam entre si.

Como exemplo, podemos citar quando uma pessoa vai a uma sala de aula que nunca foi antes, esta pessoa já conhece os “quadros” que vai presenciar, como as cadeiras para sentar, a mesa do professor, o quadro negro, etc., como também conhece o “roteiro”, os alunos sentados em sala, ouvindo a explanação do professor, etc.

2.2.3.5. Representação em Forma de Objetos

Esta é talvez a representação mais relevante, pois é bastante aproximada da forma de raciocínio humano.

Os objetos são uma parte da realidade objetiva, que é indivisível, ou seja, existe como elemento isolado na mente do homem. O homem raciocina a realidade como objetos isolados de acordo com seus objetivos e conveniência.

Podemos observar uma idéia a respeito da análise de objetos:

“um objeto possui um estado, um comportamento e uma identidade; a estrutura e o comportamento de objetos semelhantes são definidas em sua classe comum; os termos instância e objeto são permutáveis.” (Booch, 1991:77)

Os objetos e suas relações são racionados na mente do homem através de conceitos, sendo que estes, definem classes de objetos que satisfazem as características e relações expressas no conceito.

Notamos a importância deste tipo de representação no processo de ensino aprendizagem, onde deve-se conduzir o conhecimento do estudante de um estado a outro qualitativamente superior, logo não é mais do que uma modificação do objeto, especificamente o conhecimento do estudante.

2.3. Processo de Ensino Aprendizagem

Após a análise dos tópicos anteriores a respeito do conhecimento e da representação do conhecimento, vamos abordar agora um componente fundamental importância, a aprendizagem.

A aprendizagem é a mola mestra do comportamento humano. Ela influi nas nossas características pessoais, nas nossas ações e na forma em que vemos o mundo. Está em constante processo de transformação, desenvolvendo as capacidades dos indivíduos, tanto as básicas como as intelectuais.

As capacidades básicas aumentam na medida em que o sujeito cresce, porém são modeladas pelo tipo de aprendizagem que a pessoa conseguiu durante este tempo (Casas, 1994).

Através de um processo gradual, a aprendizagem acontece apoiada em conhecimentos anteriores para aprender outros ou, melhorar o já existente.

2.3.1. Estágios de Aprendizagem

Segundo Anderson (1976), a aprendizagem é apresentada em três estágios:

O primeiro estágio *interpretativo*, corresponde ao uso do conhecimento declarativo para resolver o problema.

O segundo estágio é chamado *compilação de conhecimento*, onde produções que ocorrem repetidamente no estágio interpretativo são compostas em termos de pares de produção pela atribuição de valores às variáveis.

O terceiro estágio, "*tuning*", corresponde ao refinamento procedural pela generalização, discriminação de pesos às diferentes produções. (Casas, 1994).

Ainda segundo Casas, são necessárias pelo menos 100 horas de aprendizagem e prática para adquirir qualquer habilidade cognitiva significativa e, para aprender uma linguagem é necessário dezenas de milhares de horas.

Já, segundo Fitts citado por Fialho (1991), há três estágios de desenvolvimento para aquisição de conhecimento:

- 1) Estágio Cognitivo que envolve a codificação da habilidade de forma suficiente a permitir o comportamento desejado.
- 2) Estágio Associativo onde os erros são gradualmente detectados e eliminados.
- 3) Estágio Autônomo onde a habilidade cresce continuamente.

Ainda segundo Anderson, e associando as proposições antes mencionadas, coloca que:

- Existe um estágio Declarativo correspondente ao estágio Cognitivo, visto anteriormente, onde a verbalização é importante, pois os fatos devem ser lembrados na memória de trabalho para estarem disponíveis aos procedimentos interpretativos.

- O estágio Associativo é visto como transição, pois na prática, o conhecimento, como já foi visto no tópico 2. do nosso trabalho é convertido na

forma procedural, que é aplicada diretamente na intercessão de outras rotinas interpretativas.

- Finalmente o estágio Procedural consiste de um conjunto de produções que operam sobre fatos declarativos.

Em função destas colocações, e, pela prática adquirida por nós como professores, vemos que o aprendizado é mais eficiente quando é ministrado em pequenas passos e ordenadamente, sendo que o crescimento é possibilitado pelo sentimento do aluno estar seguro consigo mesmo. É interessante ressaltar a seguinte concepção de Piaget:

“A criança raciocina unicamente sobre os estados ou configurações estáticas e despreza as transformações como tais: para poder captar essas últimas se deve raciocinar, ao contrário, mediante operações reversíveis e essas operações se constroem paulatinamente, mediante uma progressiva regulação das compensações que estão em jogo”. (Piaget, 1964:102).

2.3.2. Estilos de Aprendizagem

As informações sobre os estilos de aprendizagem, são importantes tanto para alunos como para professores.

Para o aluno auxilia na compreensão dos pontos fortes e fracos do seu próprio estilo de aprendizagem.

Para o professor facilita o planejamento das experiências de aprendizagem e a interação professor-aluno.

Os estilos de aprendizagem caracterizados empiricamente por Kolb são referenciados por Kuri e Giorgette (1993). Nesse trabalho, identificaram-se as funções "perceber" e "processar" e definiu-se os pontos finais dessas

referências como "experiência-concreta" (sentir) versus "conceitualização abstrata" (pensar) e "observação reflexiva" (observar) versus "experimentação reflexiva" (fazer).

A seguir, descrições das funções perceber e processar, segundo Kolb:

2.3.2.1. Experiência Concreta (Sentir)

O aluno mergulha na nova experiência. A estratégia é ser aberto, adaptar-se as mudanças e se envolver ao máximo ; selecionar os estímulos ambientais para melhor sentir e avaliar. As habilidades nesta área incluem bom relacionamento interpessoal e sensibilidade para os valores pessoais de todos os envolvidos.

2.3.2.2. Experiência Reflexiva (Observar)

O aluno é um observador objetivo, confiante, separa experiências e observa o evento dos mais diferentes pontos de vista possíveis. O modo dominante é a observação cuidadosa e a ponderação para julgar.

2.3.2.3. Experiência Abstrata (Pensar)

O aluno organiza com lógica sistemática as informações, conceitos, teorias e princípios. A estratégia é abandonar julgamentos e opiniões pessoais e obter o princípio geral. O modo dominante é a análise das idéias, planejamento sistemático e agir com base na compreensão intelectual da situação.

2.3.2.4. Experiência Ativa (Fazer)

O aluno testa as abstrações. O mundo é tratado, testado e manipulado, para obter resposta. A estratégia é trabalhar com o real para obter resultados práticos. O modo dominante é o teste.

Como já citamos anteriormente, para Richard (1993), existem duas formas básicas de adquirir conhecimentos: aprendizagem por descoberta, que refere-se as aquisições que são feitas no decurso da realização de tarefas. Estas aquisições são de três tipos:

- a categorização do problema;
- a construção de conhecimentos específicos;
- a construções de conhecimentos gerais.

Já aprendizagem por instrução, como vimos, trabalha com redes semânticas e esquemas. Dentro do quadro da teoria dos esquemas Rumelhart e Norman (1978) distinguem três formas de aprendizagem:

- 1) enriquecimento de esquemas existentes por junção de novos elementos;
- 2) modificação de esquemas existentes que são reajustes ou refinamento que não tocam a estrutura do esquema;
- 3) reestruturação de esquema e criação de novos esquemas.

Alguns fatores que influenciam no ensino-aprendizagem na sala de aula: ambiente, recursos didáticos usados, postura e principalmente domínio do conteúdo pelo professor, a característica do aluno, interação teoria objeto, etc.

2.3.3. Ensino Aprendizagem

Alguns aspectos do aluno e do professor serão considerados em relação ao ensino aprendizagem, segundo Kuri e Giorgetti (1993).

2.3.3.1. Características dos Estudantes

1) Divergentes:

- Integram experiências com seus próprios valores e sentimentos
- Preferem ouvir a partilhar idéias, aprendendo pela experiência concreta e a observação reflexiva.
- Criativos e inovadores, tem facilidade para propor alternativas, reconhecer problemas e compreender as pessoas.
- Gostam de saber o valor que vão aprender.
- Questão favorita: "Por que?".

2) Assimiladores:

- Integram experiência com conhecimentos existentes.
- São conceitualizadores, utilizam a dedução para resolver problemas
- Trabalham melhor com muitos detalhes e dados, dando-lhes uma organização lógica.

- Procuram assimilar idéias e pensamentos.
- Mais interessados pela lógica de uma idéia do que pelo valor prático.
- Questão favorita: "O que?".

3) Convergentes:

- Integram teoria e prática
- Utilizam tanto a abstração como o senso comum na aplicação prática das idéias e teorias.
- Gostam de resolver problemas práticos e têm bom desempenho nos testes convencionais.
- Procuram sempre as soluções "ótimas" para os problemas práticos.
- Combinam a dedução e a indução na solução de problemas
- Questão favorita: "Como?".

4) Adaptadores:

- Integram experiência com aplicação e fazem imediata aplicação da nova experiência.
- Utilizam a indução na resolução de problemas

- Aprendem por ensaio e erro e freqüentemente descobrem o novo conhecimento sem a ajuda do professor.
- Altamente ativos e criativos adaptam-se facilmente às novas situações.
- Independentes; líderes naturais.
- Questão favorita: "E se?".

Tendo as idéias mais claras a respeito do aluno, pode-se tornar mais fácil o emprego de métodos e técnicas visando o processo da aprendizagem.

Devemos também considerar neste processo de aprendizagem a característica dos professores, afim de que identificadas estas, também se encontre métodos e técnicas mais adaptadas ao mesmo.

2.3.3.2. Características dos Professores

a) Relações:

- Visam o desenvolvimento pessoal dos alunos
- Altamente motivadores, desenvolvem bom relacionamento com os alunos
- Desenvolvem a cooperação e discussão de valores e significado
- Engajam os alunos em discussão sobre a vida profissional e social

- A estratégia de ensino envolve questionamento e discussão em sala.

b) Transmissão de conhecimento:

- Visam a transmissão de conhecimentos
- Na sala de aula, ele é a autoridade
- Livros textos são geralmente escritos por eles e devem ser seguidos rigorosamente
- A estratégia de ensino é tradicional (aula expositiva)

c) Habilidades:

- Visam produtividade e competência
- Procuram ensinar as habilidades necessárias para ser um bom profissional
- São altamente independentes e querem que seus alunos o sejam
- A estratégia de ensino combina aula formal com laboratório e atividades extra classe

d) Auto Descoberta:

- Encorajam a aprendizagem experimental e a auto-descoberta
- São estimuladores e dramáticos

- Procuram expandir os limites intelectuais de seus alunos
- A estratégia de ensino envolve variados métodos e técnicas, de acordo com as necessidades

Finalmente, a tese central das concepções construtivistas, defendida por nós, é que o conhecimento não deva ser algo que se receba passivamente, e sim que o aluno, o deva construir a partir de atividades intelectuais.

No próximo capítulo, faremos uma discussão com mais a profundidade sobre estas questões.

3. O CONSTRUTIVISMO DE PIAGET

O ensino experimental de Física e a visualização de processos dinâmicos, desenvolve uma forma especial de abstração do aluno, levando-o à visualização no plano e no espaço de objetos, vetores (entes geométricos que descrevem alguns tipos de grandezas), e de conceitos de campos no espaço. A apropriação destes conceitos, pode-se dar da melhor forma através da construção do conhecimento, assim, buscou-se entender no aplicativo computacional educativo utilizado, os vários aspectos que podem contribuir para este fim.

A fundamentação teórica deste trabalho tem como base a teoria do psicólogo e epistemólogo suíço Jean Piaget para explicar os processos de construção de conhecimento. A teoria de Piaget, mais conhecida, como *Epistemologia Genética*, tem sido muito aplicada na Educação, pois os resultados de suas idéias para a aprendizagem são extremamente relevantes.

O estudo desta teoria, tem como função fornecer uma base sólida de sustentação ao trabalho, e devido a ser citado por diversos autores, inclusive em referências no capítulo anterior de se tornar o referencial teórico chave do trabalho.

Este capítulo aborda de forma resumida a teoria da equilibração cognitiva de Piaget, concentrando-se no estágio formal e a abstração reflexionante, em função dos indivíduos, os alunos, analisados (pré-adolescentes e adolescentes). O objetivo é entender como acontece a aprendizagem, e os fatores que podem levar a abstrações dos alunos, usuários do aplicativo computacional educacional utilizado.

3.1. Histórico de Jean Piaget (1896-1980)

Jean Piaget foi um psicólogo que ganhou fama mundial por suas pesquisas sobre o pensamento das crianças. Ele descobriu alguns modos pelos quais as crianças pensam, identificou muitas de suas habilidades e inabilidades mentais e partindo de suas observações formulou uma teoria do desenvolvimento intelectual humano.

Dedicou-se primeiramente à Biologia, mas, com a idade de 24 anos, voltou totalmente sua atenção para a psicologia. Um ano depois, em 1921, filiou-se ao Instituto Jean Jacques Rousseau, em Genebra, aí realizou a maioria dos seus estudos sobre o processo do pensamento infantil.

Relatou suas descobertas e conclusões em grande números de livros e artigos. Suas idéias atraíram muita atenção nos Estados Unidos na década de 1930. Esse interesse desapareceu por um tempo, com exceção na Europa, tendo ressurgido nos últimos anos. Piaget é agora considerado por muitos como o mais importante teórico do desenvolvimento intelectual humano.

Inicialmente, Piaget trabalhou com dois psicólogos franceses, Binet e Simon, que, por volta de 1905, tentavam elaborar um instrumento para medir a inteligência das crianças que freqüentavam as escolas francesas. Tal instrumento - o teste de inteligência Binet-Simon - foi o primeiro teste destinado a fornecer a idade mental de um indivíduo e é até hoje utilizado, depois de ter sofrido sucessivas adaptações. Ao analisar as respostas das crianças do teste, Piaget começou a se interessar pelas respostas erradas das crianças, salientando que estas só "erravam" porque as respostas eram analisadas a partir do ponto de vista do adulto, na verdade as respostas infantis seguiam uma lógica própria.

3.2. A Equilibração Cognitiva

Piaget, em suas pesquisas científicas procurou demonstrar a construção dos processos mentais. Considerou que estudando a maneira como as crianças constroem as noções básicas do conhecimento poderia compreender a origem e a evolução do conhecimento humano, desta forma, trabalhou com uma concepção de desenvolvimento envolvendo um processo contínuo de trocas entre os organismos vivos e o meio ambiente.

Piaget procura apresentar o processo de aquisição de novos conhecimentos como um processo de equilibração cognitiva que, de certo modo, obriga os seres vivos a assimilar as informações oriundas do ambiente externo acomodando-as em estruturas mentais que são construídas exatamente para refletir este ambiente.

Desta forma a base da teoria de Piaget é a noção de equilíbrio e equilibração. Todo ser vivo procura manter um estado de equilíbrio (adaptação) com o meio. Agindo de forma a superar perturbações na relação que se estabelece com o meio.

Pode-se visualizar o processo de equilibração como um processo fisicamente necessário. Wazlawick (1993) cita como exemplo, a equilibração que faz com que os rios corram em direção ao mar e formem cachoeiras. Esta relação pode não ser clara se está observando somente o microsistema, rio e suas corredeiras, porém se pensarmos no macrosistema, todo o planeta funciona como um sistema que tende a entrar em equilíbrio físico.

Fisicamente, a aceleração da gravidade força a Terra a se transformar em uma esfera perfeita, deste modo, se uma certa quantidade de água está mais longe do centro da Terra do que outra quantidade de água e as duas se comunicam, então a necessidade do equilíbrio fará com que a água que está mais longe se aproxime do centro, portanto, desta forma os rios correm. Porém, outros fatores de equilíbrio aliados ao sistema caótico que é o planeta

Terra levam água para pontos mais altos (pela chuva). Esta combinação de fatores faz com que o nível das águas não entre nunca em equilíbrio. O desequilíbrio é permanente, mas mesmo assim é uma necessidade física e continuamente os rios tentam alcançar este estado de equilíbrio embora nunca consigam. Este processo de equilibração e desequilibração contínua é que faz o planeta viver.

A mesma idéia pode ser aplicada a sistemas cognitivos. Há uma necessidade cognitiva de equilíbrio nos seres vivos, pois deste equilíbrio depende a sobrevivência deles. Assim, quanto mais o indivíduo conhece seu meio ambiente, maiores são as chances em relação a outros indivíduos com menos informação.

3.2.1. O Processo de Adaptação

Para Piaget o desenvolvimento cognitivo do indivíduo ocorre através de constantes adaptações. A adaptação possui dois componentes fundamentais: assimilação e acomodação:

- I) O processo de assimilação, consiste na incorporação, pelo indivíduo, de um elemento do meio exterior às suas estruturas, que age sobre ele aplicando experiências anteriores ou esquemas. Sobre este processo, Ramos (1997), acrescenta: *pode-se também neste caso falar-se de assimilações recíprocas: quando dois esquemas ou subsistemas se aplicam ao mesmo objeto ou quando estes se coordenam sem necessidade de mais conteúdo. Outro tipo de assimilações recíprocas ocorre entre um sistema total, caracterizado por suas leis próprias de composição, e os subsistemas que ele engloba em sua diferenciação."*
- II) No processo de acomodação, há necessidade em que se acha a assimilação de levar em conta as particularidades próprias dos

elementos a assimilar, ou seja, o indivíduo se modifica a fim de se ajustar às diferenças impostas pelo meio. Ramos (1997), também faz algumas restrições: *"no caso das relações entre os elementos internos ao sistema cognitivo e os pertencentes ao meio externo, as diferenciações devidas a acomodação são evidentes; no caso da assimilação recíproca entre os subsistemas, esta deve estar acompanhada de acomodações igualmente recíprocas, pois ao contrário haveria fusão deformante e não mais coordenação entre os sistemas a religa."*

No livro "A Equilibração das Estruturas Cognitivas" Piaget (1976) faz uma comparação entre as formas de equilíbrio da Física, da Biologia e dos sistemas cognitivos.

Os *equilíbrios cognitivos* diferem dos equilíbrios da Física, os quais se conservam sem modificações salvo sob a ação de um agente perturbador externo. Mesmo assim, no caso de uma perturbação, o equilíbrio físico apenas volta ao estado de equilíbrio anterior.

Um exemplo, apresentado por Wazlawick (1993), de equilíbrio físico característico é o do equilíbrio termodinâmico, a chamada lei zero da Termodinâmica, o qual faz com que dois objetos com temperaturas diferentes, estando em contato, acabem ficando com a mesma temperatura. Os equilíbrios termodinâmicos consistem, desta forma, em estados de repouso, que se originam após a destruição de todas as estruturas, sendo assim estacionários.

Já no caso dos sistemas cognitivos as reequilibrações podem levar a estados de equilíbrio que pode ser considerados como estados de melhor qualidade que o anterior, ou seja, a assimilação e acomodação, são pontos de partida para restabelecer o equilíbrio saltando assim de um nível inferior para outro superior. O nível superior servirá de partida para novas assimilações.

O equilíbrio consiste num estado de constantes trocas. O equilíbrio é possível porque as trocas entre indivíduo e objeto garantem a conservação do sistema, e um é consequência do outro. O indivíduo assimila características dos objetos, isto é, age sobre eles transformando-os em função dos esquemas de que dispõe.

3.2.2. As Formas de Equilibrações

Piaget classifica, segundo Ramos (1997), as diversas formas de equilíbrio e as razões dos desequilíbrios.

Podem ser distinguidos três tipos de equilibração:

Primeiro Tipo: Equilibração entre o sujeito e os objetos.

Observa-se a equilibração entre a assimilação dos objetos aos *esquemas* de ações e a acomodação destes últimos aos objetos. Nesta equilibração já há um início de assimilação mútua na medida em que o objeto é necessário para o desenvolvimento da ação e é o esquema de assimilação que dá significado ao objeto.

Segundo Tipo: Equilibração nas interações entre os subsistemas (parte-parte).

Neste caso Piaget assinala que esta equilibração não ocorre desde a partida, mas sim ocorrerá progressivamente na medida que aconteçam as assimilações mútuas. O fato de que a rapidez de construção de dois subsistemas não seja iguais faz com que apareçam os desequilíbrios e a posterior equilibração.

A diferença em relação ao primeiro tipo é de que naquele caso a acomodação estava sujeita a múltiplas dificuldades impostas pelos objetos, e

nesse caso a assimilação de dois subsistemas válidos, cedo ou tarde, acabará ocorrendo, levando pois a uma conservação recíproca.

Terceiro Tipo: Equilibração das interações que une os subsistemas a uma totalidade que os engloba (parte-todo).

Esta é a equilibração oriunda da diferenciação e da integração, ou seja, das relações entre um subsistema e a totalidade que o contém. Aqui se acrescenta uma hierarquia ao processo de equilibração pois nesse caso está-se um nível acima das relações entre colaterais. Neste caso, a integração no todo fica por conta da assimilação e a diferenciação provocará acomodações.

O que há de comum entre os três tipos descritos é justamente o equilíbrio entre assimilação e acomodação.

Finalizando, é importante salientar o papel do desequilíbrio, pois é claro que o mesmo é fundamental para o processo de equilibração, já que são estes que ocasionam ou que desencadeiam os avanços próprios das reequilibrações específicas. Observa-se que a importância de um desequilíbrio deve ser medida pela possibilidade de superação que o mesmo apresenta, donde não é certo afirmar que eles sejam a motivo real do progresso, uma vez que o avanço só ocorre quando há a reequilibração.

3.2.3. As Regulações

Os processos de equilibração e a reequilibração, baseiam-se nas *regulações*. A acomodação de um esquema a uma ação parcialmente fracassada pode se dar através de uma regulação.

Do ponto de vista do indivíduo, uma regulação pode ser entendida como uma reação a uma perturbação, ou a um obstáculo que se opõe a uma assimilação. Para Piaget, a regulação é a "*retomada de uma ação modificada*

pelos resultados alcançados anteriormente". Ou seja, o processo de regulação acontece quando uma ação é executada mas não atinge seu objetivo completamente, na Educação usa-se o termo "feedback". O indivíduo deve determinar qual correção a fazer na ação e executá-la novamente. A partir desta nova execução, o indivíduo pode avaliar se sua regulação aumentou ou diminuiu o erro. Se o erro diminuiu, o indivíduo pode tentar continuar regulando a ação nesta direção, em caso negativo, deve tentar outra possibilidade.

Um exemplo típico de ação com regulação, segundo Wazlawick (1993) é o de uma pessoa que tenta acertar um alvo com arco e flecha. A cada operação frustrada uma correção é feita: mais para cima, mais para a esquerda, etc., até que o mecanismo preditivo das regulações se incorpora no sistema sensório-motor do indivíduo e elas se tornam quase automáticas para esta atividade.

As perturbações e as possíveis regulações originadas, segundo Ramos (1997), podem ser divididas em dois grandes grupos:

- feedbacks negativos: *fracassos, erros ou contradições* são a causa destas perturbações que se originam da resistência à acomodação em qualquer dos níveis citados no tópico anterior.
- feedbacks positivos: estes consistem das *lacunas* que deixam as necessidades insatisfeitas e se traduzem pela insuficiente alimentação de um esquema; aqui tem-se na verdade a ausência de um objeto ou das condições necessárias para a conclusão de uma ação em andamento, ou ainda de um conhecimento indispensável para a solução de um problema. Neste segundo caso por se tratar de um esquema já ativado a regulação correspondente comportará um prolongamento da atividade assimiladora de tal esquema.

Ainda segundo Ramos (1997), é importante salientar que os reforços, caracterizados pelos feedbacks positivos, e as correções que comportam os feedbacks negativos são constantemente complementares na formação das condutas, mesmo as pouco complexas.

O processo de regulação é iniciado a partir da observação de ações mal sucedidas, ou seja, a partir da ocorrência de perturbações. É importante observar que as regulações não são repetições da ação, como acontece muitas vezes com as crianças. É necessário que a ação seja alterada antes de ser realizada novamente.

O mal funcionamento de um dos componentes de um esquema: observável, ação ou objetivo, podem causar a falha deste esquema, e pode se dar em razão de algum dos seguintes fatos, posto por Wazlawick (1993):

- a) Algum aspecto pode não estar sendo considerado.
- b) Algum aspecto irrelevante pode estar sendo considerado indevidamente.
- c) Algum aspecto pode estar sendo considerado com valor incorreto.

Os dois itens iniciais mostram as lacunas ou excessos de dados nos observáveis, ações e objetivos. O item final mostra o valor associado aos aspectos que devem ser corretamente considerados.

Por exemplo, pode haver um esquema que faça um aluno a colocar uma tela (filtro) no monitor de um PC para proteger os olhos. O objetivo é proteger os olhos. O observável é a intensidade da luz emitida pelo monitor e a ação é adaptar a tela ao monitor. Se o observável estiver mal regulado, o aluno poderá colocar o filtro quando ainda há pouca luz, ou poderá no caso inverso, retardar a colocação até que a luz já tenha causado danos aos olhos.

Felizmente, antes que aconteça algum dano, normalmente entram em campo as regulações, que percebem que um esquema não está sendo aplicado ou que está sendo aplicado mas não está atingindo seus objetivos. Estas regulações vão então modificar o esquema para que ele passe a funcionar melhor.

3.2.4. A Abstração Reflexionante

Ao mencionarmos algo sobre o conhecimento físico, muitos alunos podem pensar em uma série de símbolos, equações matemáticas e gráficos, no entanto, pode-se salientar que na Física existe também experiências vivenciais. O laboratório pode ser o próprio ambiente onde se lida com fenômenos da natureza, e onde o aluno traz consigo a sua experiência.

Neste sentido, é interessante levantar a questão da aprendizagem através da exercitação, num processo de abstração que é chamado de abstração reflexionante proposto por Piaget.

Segundo Becker (1993), o conhecimento é concebido como uma construção. Esta construção acontece através de um processo de abstração reflexionante.

O processo de abstração reflexionante é a projeção num nível superior daquilo que foi tirado de um nível inferior. Neste processo a reflexão é o ato mental de construção e reorganização sobre o nível superior daquilo que foi transferido pelo inferior.

Para o autor, abstração significa retirar, extrair ou arrancar algo de alguma coisa. As abstrações sempre atuam sobre um meio reflexionante.

Na Física as formas dos corpos, os campos no espaço e principalmente os vetores constituem este meio. O meio gera abstração empírica quando for observável, isto é, originários de objetos ou ações. Se o meio estiver na classe dos não-observáveis gera abstração reflexionante que é o resultado de coordenações endógenas.

Logo, a abstração, na visão de Becker (1993), torna-se:

- Abstração pseudo-empírica: quando o objeto é modificado pelas ações do sujeito e enriquecido de propriedades tiradas de suas coordenações;
- Abstração refletida: quando o resultado da abstração reflexionante de qualquer nível torna-se consciente.

A abstração reflexiva está intimamente ligada ao processo de regulações, pois o seu mecanismo interfere continuamente na formação das regulações das regulações.

"A reflexão representa, pois, o protótipo de uma regulação de regulações, pois que ela é por si própria um regulador e regula o que está suficiente regulado pelas regulações anteriores." (Piaget, 1976)

A aquisição do conhecimento, segundo Becker (1993), está ligada ao que o sujeito pode assimilar dos observáveis ou dos não-observáveis num determinado momento. A assimilação vai depender da síntese das experiências anteriores (esquemas) - daí a importância das experiências anteriores dos alunos - fundamental para que haja abstração. Essas experiências cotidianas anteriores modificam a partir do momento em que haja acomodação. Assim que um esquema torna-se insuficiente, e não consegue chegar às transformações do real, o sujeito provoca e produz transformações nos esquemas que não funcionaram a contento.

A partir disso, o sujeito está aberto a novas abstrações empíricas ou reflexionantes. Se ocorrerem novas dificuldades surgem novas respostas só que em um novo nível.

Para o autor, as respostas que podem ser ações ou condutas vão depender da necessidade ou motivação vivida no momento. Estas constituem o aspecto cognitivo ou afetivo da ação.

O grau de assimilação e de acomodação são conseqüências da intensidade da necessidade. Portanto se é exigida uma tarefa prática, o grau de assimilação apresenta-se de uma forma. Se for exigida a mesma tarefa prática e uma crítica sobre sua execução, este último fator fará com que a assimilação e acomodação apresentem-se muito diferente das anteriores.

Conclui-se que a abstração será maior ou menor dependendo do contexto onde o indivíduo esteja inserido. O contexto serve para alimentar as experiências anteriores ou os esquemas. Portanto, a preocupação em apresentar os conteúdos de Física de tal forma que sejam associados ao cotidiano do aluno deve ser constante.

A ação torna-se fundamental no processo pedagógico. Para o autor, quando não há condições de ação torna-se inviável a experiência, disso conclui-se que é necessária a ação para que possa haver mudanças de esquemas, esta ação pode estar relacionada com a realização de algo concreto e ao mesmo tempo interpretativo.

O conhecimento prático constitui a matéria prima do conhecimento. É sobre ele que se faz a abstração e Piaget dá importância para a abstração ou a tomada de consciência que é uma ação eminentemente e progressivamente interna.

Estes aspectos procuramos salientar na utilização do aplicativo computacional educacional Interactive Physics utilizado neste trabalho, o concreto, o abstrato e o prático, porém não basta só a reprodução de experimentos é preciso também que haja a formalização de novos conceitos, e certamente com a abstração poderá gerar críticas e questionamentos.

A abstração reflexionante, apesar de predominante sobre a empírica, não aparece única, dominando, necessita constantemente do "sentir" perceptivo. Portanto o conhecimento tem origem na abstração reflexionante apoiada na prática, condição necessária da teoria, mas, de modo algum condição suficiente.

3.2.5. Os Períodos da Construção da Inteligência

Piaget coloca que a inteligência é construída na medida que novos patamares de equilíbrio adaptativo são alcançados, desta maneira classificou os estágios de desenvolvimento da inteligência, que se efetua de modo sucessivo, segundo a lógica das construções mentais, conforme se ilustra resumidamente no quadro 3.1.

ESTÁGIO	EQUILÍBRIO	LÓGICA ORGANIZADORA
Sensório-motor	18 meses até 2 anos	Não há lógica
Operatório concreto	Preparação: entre 2 e 7 anos Equilíbrio: entre 7 e 11 anos	Lógica das relações e das transformações sobre o material visível (objetos presentes)
Operatório formal	Cerca de 16 anos	Lógica desarticulada do concreto

FONTE: Gaonach'h e Golder, (1995).

Quadro 3.1: Estágios de desenvolvimento da inteligência

Nos concentraremos apenas no estágio operatório formal, pois este serve de base para nosso trabalho, já que os sujeitos analisados estão na adolescência.

O estágio operatório formal surge a partir de aproximadamente 11 a 12 anos, e seu ponto de equilíbrio se situa no nível da adolescência. Nesta fase o pensamento se torna livre das limitações da realidade concreta. Surge uma nova forma de raciocinar, que não incide exclusivamente sobre o concreto mas sobre as hipóteses. A partir deste estágio a criança pode pensar de modo mais lógico e correto mesmo com um conteúdo de pensamento incompatível com o real. O adolescente livre do concretismo pode trabalhar com a realidade possível, com hipóteses dedutivas, e, neste ponto começa a abstração e todos os desencadeamentos que ela pode oferecer.

3.3. O Aluno do 2º Grau

A faixa etária, dos sujeitos observados (os alunos de 2º grau) neste trabalho, está entre 15 a 18 anos. Ou seja, teremos alunos na adolescência chegando a fase adulta. Este fator é importante para entender o que está acontecendo com o aluno.

Convenciona-se a adolescência como a fase de transição entre a infância e a idade adulta, (ou o ingresso da criança na fase adulta), na qual se definem os caracteres sexuais secundários e se evidenciam as qualidades específicas do indivíduo e, portanto poderá ocasionar um nível de conflito maior ou menor dependendo da sociedade em que o adolescente se encontra.

Para Piaget o adolescente passa por inúmeras alterações devido ao amadurecimento das faculdades intelectuais e morais provocando um desequilíbrio provisório que conduz posteriormente a um equilíbrio superior.

Numa visão construtivista o surgimento do pensamento formal não é uma consequência da puberdade embora ambos possam surgir na mesma

época. As estruturas formais são formas de equilíbrio que se impõe pouco a pouco ao sistema de intercâmbio entre os indivíduos e o meio físico. (Piaget, 1976)

Na adolescência são observadas transformações visíveis no comportamento e, nesta fase devido a ampliação do potencial de reflexão o adolescente passa a construir teorias próprias ou reconstruir teorias já existentes, tem o desejo de ser diferente dos demais, quer ser o reformador do mundo. Reúnem-se com outros adolescentes formando "grupinhos" e, acabam percebendo a fragilidade de suas teorias. O adolescente passa por uma fase em que atribui um poder ilimitado ao seu pensamento, percebe-se quando se expõem, na realidade desejam um futuro promissor ou transformar o mundo pela idéia.

Na fase da adolescência ocorre a maturação biológica ou a puberdade e o aparecimento do pensamento formal, contudo, não necessariamente ambos surjam ao mesmo tempo, porque a puberdade depende de aspectos físicos e o pensamento formal depende do contexto social onde o indivíduo esteja inserido

Considerando a independência da puberdade e do pensamento formal, ambos provem um comportamento diferente do adolescente. Devido a capacidade reflexiva adquirida no pensamento formal o adolescente elabora planos de vida, projetos e até reformas sociais, fantasiando e idealizando, dando importância ao amor e a vida afetiva. São contestadores, questionam as teorias e regras impostas pela sociedade, e sobremaneira as escolares.

Para turmas onde o pensamento está constantemente evoluindo, surgindo novas teorias e vontade de mudar as coisas e o mundo. O aplicativo computacional educativo utilizado passa a ser um exercício onde o aluno brincar com o concreto, o raciocínio e o conceito subjetivo. Pois é ao realizar uma tarefa efetiva que o adolescente se torna adulto e o reformador idealista se transforma em realizador. (Piaget, 1976).

Consequentemente teremos um aluno contestador e desejoso de práticas pedagógicas motivadoras e condizentes com a fase pela qual estão passando.

É aí que se insere o uso do computador, como ferramenta indispensável na condução do processo ensino aprendizagem, afinal, o apelo gerado pelos meios de comunicação em relação a informática, Internet, jogos eletrônicos, etc. relacionados a adolescência.

Desta forma, no próximo capítulo, veremos a questão da informática inserida no processo educacional.

4. A INFORMÁTICA E O PROCESSO EDUCACIONAL

Nos capítulos anteriores, foram estudados, os conceitos de conhecimento e como pode ocorrer a aprendizagem destes conhecimentos.

Na primeira parte deste capítulo, tentaremos mostrar os conhecimentos de interesse específico deste trabalho, o conhecimento físico, bem como se processa a aprendizagem destes conhecimentos na escola tradicional, e, como pode-se realizar uma transposição para uma aprendizagem construtivista.

Na segunda parte, mostraremos a relação entre informática e o processo educativo, como o computador pode interferir no processo cognitivo e quais os tipos de aplicações educacionais existentes.

4.1. A Aprendizagem de Ciências e da Física

Para melhor nos situar com respeito a aprendizagem de Física, nos baseamos no trabalho de Pinheiro (1996) que faz um paralelo sobre a Ciência "dos cientistas" e o aprendizado das Ciências pelos alunos em sala de aula.

4.1.1. O Conhecimento Físico X a Física da Sala de Aula

As colocações deste item estão referindo-se ao chamado conhecimento físico (definido a seguir), no entanto, as mesmas poderão valer para o conhecimento científico em geral.

O conhecimento físico, segundo Pinheiro (1996), tem por objetivo a descrição mais exata possível de fatos observados ou produzidos a partir de uma teoria preexistente, e é, geralmente, um corpo articulado de conceitos, leis, princípios, convenções, que se relacionam por meio de operações lógico-formais e se articulam por meio de regras matemáticas.

Segundo a autora, um conceito científico é a representação de um objeto de conhecimento no em um campo de validade e se caracteriza por explicar e prever diversas situações. Um conceito científico pode ser explicitado por uma frase, ou por um código gráfico ou matemático e, pode ser formulado de modo diferente em relação a diferentes níveis de abstração, que depende do campo conceitual do qual ele faz parte.

Por exemplo, na ótica geométrica a luz pode ser definida como aquilo que é emitido por uma fonte material e pode explicar eventos de reflexão e refração, no entanto, a mesma luz, para a Ótica Física, passa a ser definida como constituída em forma de radiações eletromagnéticas e, nesse caso, pode explicar efeitos como a sua decomposição em um espectro, a difração e a polarização. (Astolfi, 1995 em Pinheiro, 1996).

Ainda, na descrição da autora, as teorias Físicas são as estruturas que representam esse conjunto de elementos, unindo as leis e o fatos em uma unidade coerente, que na maior parte das vezes é representada por um modelo.

Tais teorias, são organizadas em estruturas lógico-matemáticas, de forma auto-consistente. Cada conceito tem um significado e um lugar dentro da teoria, determinando a teoria ao mesmo tempo que é determinado por ela. Os conceitos são articulados entre si de tal modo que, partindo-se de um deles pode se chegar aos demais. Por essa forma de organização, uma teoria pode também permitir interpretações diferentes, que dependem do ponto de vista de cada indivíduo. (Robilotta, 1988 em Pinheiro 1996)

Contudo, este mesmo conhecimento físico, é traduzido no ambiente escolar - numa escola pública de segundo grau - e observado nos livros didáticos e nos planos de ensino de uma forma diferente, ao qual Pinheiro (1996) chama de "*Ciência da escola*".

Portanto, o conhecimento físico, quando se torna conteúdo escolar, tem sua natureza modificada, pois em geral as questões que inicialmente ele se propunha a resolver nem são colocadas no momento de sua apresentação.

Também não é apresentada a rede relacional que este elemento mantém com outros conceitos. Assim, na Ciência da escola geralmente percebemos o entendimento de que a compreensão de uma teoria científica pode ser atingida através da apresentação fragmentada dos elementos dessa teoria, ou seja, que a apresentação de cada uma das partes de uma determinada teoria é condição suficiente para entendê-la no seu todo.

Desta forma apresentada, podemos considerar, que o conhecimento físico, pode ser colocado entre o complexo e o simples. A forma estrutural do conhecimento físico pode indicar, que os iniciantes (alunos) sentem-se impotentes frente a complexidade desta Ciência, ao mesmo tempo, um profissional (o professor) não "percebe" claramente a complexidade desse objeto, justamente por dominá-lo.

Em suma, a interpretação ingênua do produto da atividade científica, que desconsidera a complexidade do conhecimento científico, interfere no processo de ensino-aprendizagem, levando a conhecida grande fonte de dificuldades no ensino da Física.

4.1.2. Evolução do Ensino Aprendizagem de Ciências e de Física

Baseados no trabalho de Pinheiro (1996), fazemos um retrospecto das principais mudanças ocorridas no ensino de Ciências, em particular no ensino aprendizagem de Física.

Somente no século XX, após a segunda guerra mundial que o processo de ensino-aprendizagem de Ciências começa a sofrer modificações em relação ao ensino tradicional, como consequência do processo de industrialização e do

desenvolvimento tecnológico e científico, dentre outros fatores (Krasilchik, 1987).

As modificações no processo de ensino-aprendizagem são baseadas pelas idéias propostas pela teoria educacional emergente chamada "escola nova" que, desde a década de 30, visava o restabelecimento do sentido do humano, já considerado ameaçado pelo processo de industrialização (Ribeiro, 1986).

Um dos fatos marcantes que influenciou as mudanças no processo de ensino-aprendizagem de Física e, como consequência, no papel do aluno nesse processo, foi o lançamento do primeiro satélite artificial - o Sputnik I - em 1957 pela União Soviética. Este evento desencadeou uma série de ações, por parte dos Estados Unidos da América, no sentido de promover condições de competição no que se refere às pesquisas espaciais e à manutenção da sua liderança política, econômica e social.

Dentre essas ações está a criação do PSSC - Physical Science Study Committe, do qual participaram renomados cientistas, que resultou na reestruturação curricular de Física na escola secundária americana e na produção de um pacote de ensino constituído de filmes, textos para o aluno (4 volumes), guias para os professores, um conjunto experimental e outros artifícios que a "tecnologia da Educação" começava a apregoar. A tecnologia educacional foi inspirada pela teoria educacional comportamentalista, na qual o objetivo do ensino de Ciências era vivenciar o método científico (Krasilchik, 1987).

O projeto PSSC teve uma repercussão tão grande que em sua esteira vieram projetos de ensino em outras áreas (Química, Biologia e Matemática), mas principalmente levou-o a ser absorvido por vários países. O livro PSSC foi traduzido em várias línguas e em 1962 foi iniciada a sua tradução para o

Português. Aliás, seu nível era considerado tão bom que foi traduzido também na URSS.

No Brasil, embora Krasilchik (1987) indique que o movimento para a melhoria do ensino de Ciências já tenha iniciado no começo da década de cinquenta no IBCEC (Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura), é, a partir das críticas decorrentes do insucesso da utilização do PSSC, que surgiram três grupos de trabalho para desenvolver projetos de ensino de Física vinculados à realidade brasileira. Do trabalho desses grupos foram publicados os livros : FAI - Física Auto Instrutiva, PBEF - Projeto Brasileiro de Ensino de Física e o PEF - Projeto de Ensino de Física. Tanto nesses livros, como noutros livros didáticos publicados posteriormente, pode se perceber as influências do PSSC, na forma de apresentação do conteúdo, no enfoque dado a determinados conteúdos, nos exercícios propostos etc.

4.2. O Processo de Ensino Aprendizagem

4.2.1. A "Escola Real"

Para a maioria das pessoas, quando imaginam uma sala de aula, provavelmente irão ver um adulto em pé na parte da frente de uma sala que contém mais ou menos 30 alunos sentados em fileiras retas de carteiras escolares. Os alunos provavelmente estarão: ouvindo a preleção do professor ou levantando a mão para participarem de uma resposta oral de toda a classe ou trabalhando de forma silenciosa e independente em algum exercício escrito.

Intimamente ligados a esta cena estão os pressupostos sobre os princípios organizacionais básicos das escolas: livros textos e currículos estabelecidos pela secretarias de Educação, frequência obrigatória, séries e testes.

"A inter-relação entre projeto político-pedagógico e exigência didática é analisada e definida pelos vários grupos constituintes da noosfera, num processo relativamente longo e amplo em termos educacionais. Isto é, geralmente esse processo ocorre por ocasião ou como consequência da definição de um plano nacional, estadual ou municipal de Educação. Dependendo do momento histórico haverá a maior influência de um dos grupos." (Pinheiro, 1993:49)

Metz (1988) em Sandholtz, Ringstaff e Dwyer (1997) chama esta imagem comum de "escola real". Ela é tão presente que outras formas de ensino para o alunos - principalmente para os de escolas públicas - parecem inimagináveis.

A escola real existe não apenas em nossas mentes, mas é, de fato, o que a maioria de nossos alunos encontra cinco dias por semana em suas escolas.

Uma amostra é feita a seguir de como, nos Estados Unidos, na década de oitenta, as escolas que utilizavam estas formas tradicionais de instrução pareciam notavelmente bem-sucedidas em aumentar as notas dos alunos em habilidades básicas como leitura e matemática. (Bracey, 1991 em Sandholtz, Ringstaff e Dwyer, 1997)

No entanto, os mesmos autores, colocam que sessenta e um por cento dos alunos de 17 anos de idade não conseguiam ler ou entender materiais relativamente complicados, como os normalmente apresentados em nível de segundo grau. Quase metade deles parecia ter habilidades e conhecimento limitados em matemática que fosse além da soma, subtração e multiplicação com números inteiros. Mais da metade não conseguia avaliar os procedimentos ou resultados de um estudo científico e poucos incluíam informações suficientes em seus trabalhos escritos para comunicar suas idéias de maneira eficaz. Além disso, os resultados da avaliação em outras matérias do currículo

indicam que os alunos do terceiro ano do segundo grau têm pouca idéia da cronologia histórica, não lêem muita literatura, tendem a desconhecer o uso e a aplicação potencial dos computadores (Applebee em Sandholtz, Ringstaff e Dwyer, 1997).

Como as notas dos alunos em testes poderiam estar subindo enquanto o desempenho dos mesmos em tarefas complexas apresentava resultados tão diferentes? A explicação revela uma dura constatação. Quando os professores e administradores que tem que prestar contas das notas dos alunos em testes, ou provas, cada vez mais se limitaram a instrução à prática e exercício de repetição dos tipos de habilidades e fatos desconexos por estes testes ou provas.

A realização de provas nos Estados Unidos e, no caso das 3^{as} séries do 2° grau no Brasil através do vestibular, pela maioria dos alunos das escolas públicas apresentaram uma diminuição no uso de métodos como a discussão centrada no aluno, a redação de ensaios ou temas e projetos ou trabalho de laboratório.

Em outras palavras, enquanto as escolas se concentram, embora de forma bem-sucedida, em aumentar as notas nos testes, a exigência em sala de aula por um desempenho cognitivo de ordem superior praticamente desaparecem.

Deste modo, faz-se necessário, o retorno a práticas de ensino que enfatizem a resolução de problemas, o desenvolvimento de conceitos e o raciocínio crítico ao invés da memorização mecânica de fatos. Esta nova ênfase exige uma mudança na forma de rotina de instrução nas salas de aula.

A nossa premissa, baseada nos objetivos deste trabalho, é ver a tecnologia, com o uso dos computadores, como uma parte necessária e catalisadora desta mudança.

4.2.2. Os Elementos do Processo Ensino-Aprendizagem

O processo de ensino aprendizagem é constituído de alguns elementos bastante conhecidos a disposição de professores e estudantes, que podem ser descritos, segundo Galvis (1992), como:

- Aulas teóricas em sala:

O professor faz uma exposição na aula sobre um tópico determinado, sem participação do aluno, resumindo-se a esclarecer algum conceito ante uma pergunta deste.

Nestas aulas, são comuns o uso de recursos como o quadro negro e os audiovisuais que, por sua parte, acrescentam a possibilidade de incluir movimento e som aos contextos em que se desenvolve o argumento educativo.

Esses recursos, ainda que muito poderosos por sua capacidade de representar de forma clara um contexto e de manejar uma redundância de estímulos, são eminentemente unidirecionais na medida em que não permitem tratamento algum por parte do usuário e levam muito pouco em consideração questões como o controle do ritmo ou da seqüência. Por outra parte, exigem dispor de equipamentos e de lugar para projeção ou consulta. (Galvis, 1992).

- Aulas práticas, correção de exercícios:

Nestes casos ocorre uma maior participação do aluno. São feitas através da resolução de casos ou problemas dentro do assunto abordado, onde os alunos participam das discussões, comentários ou críticas, na aula, sobre os trabalhos realizados.

A experiência, seja no campo de trabalho, no laboratório ou em ambientes simulados por modelos dinâmicos ou estáticos, se constitui na forma primordial de chegar ao conhecimento a partir da ação sobre o objeto de estudo. Como meio educativo um ambiente de prática, por si só, pode não ser suficiente; exige que haja quem promova a inquisição, conjectura, reflexão e explicitação do conhecimento a partir da ação.

Por outra parte; dependendo da natureza do que se deseja aprender, nem sempre é possível oferecer ao estudante a experiência sobre o objeto mesmo do conhecimento, principalmente por limitações de recursos (físicos, temporais, econômicos, etc.), (Galvis, 1992).

- Estudos em material impresso

É o típico estudo em casa ou em uma biblioteca, em livros texto ou de consulta, ou em apontamentos tomados em classe a partir das explicações do professor. Realizado sobre material impresso, ocorre ser freqüente ter que saltar de uns pontos a outros, mesmo por que aparece no livro: "ver página... ", quando se necessita um esclarecimento a partir de outras partes auxiliares do livro de consulta.

O livro de texto é de natureza expositiva, capaz de armazenar e apresentar grande quantidade de informação textual, gráfica e colorida, suscetível de utilizar-se por si mesma, de permitir algum tratamento por parte do usuário (sombreados, coloridos, anotações, etc.). ao tempo que lhe proporciona controlar o ritmo e a seqüência de aprendizagem (Galvis, 1992).

- Resolução de exercícios, casos, projetos, etc. em casa.

Objetiva-se resolver, em ambiente privado, exercícios, casos práticos, etc. propostos pelo professor.

- Discussões em grupo

- Além das discussões em sala de aula, em certos momentos, um grupo de alunos estuda ou resolve casos e problemas juntos.

Analisando este tipo de ensino deve-se destacar a interatividade existente entre o aluno e o professor, que só é possível pela coincidência de ambos no espaço (sala de aula) e no tempo (horário), e entre os alunos entre si, pois que é praticamente nula entre o aluno e os demais meios de estudo.

4.2.3. Os Instrumentos de Ensino

A metodologia de ensino pode ser considerada uma prática dos pressupostos filosóficos e das teoria de aprendizagem - vistos nos capítulos 1, 2 e 3 - e com procedimentos hierarquizados, regrados e *instrumentados* que determinam a relação aluno-professor.

A metodologia emprega, desta forma, procedimentos que são a manifestação prática dos pressupostos e das teorias.

Os procedimentos, são então, hierarquizados, pois são estabelecidas prioridades; regrados, pois fornecem normas à maneira de conduzir o aprendizado; e são *instrumentados* porque implicam o uso de *instrumentos* (livros, quadro negro, retro projetor, gravador, vídeo etc.). É neste ponto que entra o *computador: ele é um novo instrumento*.

Para caracterizarmos que instrumento é este e se pode ser de algum proveito para a Educação, classificaremos em três os instrumentos empregados na Educação, segundo a concepção de (Marques, Mattos e Taille, 1986):

- 1) instrumentos criados pelo próprio ensino (material sensório Montessori, máquinas do ensino programado, blocos lógicos etc.);
- 2) instrumentos provindos das matérias (microscópio, aparelhos de Física, de Química etc.);
- 3) instrumentos "independentes" do ensino e reaproveitados por ele (livro, televisão, fotografia, vídeo etc.). Independentes pois não se referem a nenhuma matéria em particular e nem surgiram de uma necessidade do ensino. Foram criados pela tecnologia humana para finalidades alheias à Educação e, bem ou mal, reaproveitados pelo ensino: livro didático, filme científico, outros audiovisuais e agora também o computador.

A primeira classe - instrumentos criados pelo próprio ensino - é a mais restrita. De fato, poucos instrumentos foram criados pelo ensino para prover as suas necessidades, e toda a criatividade da Educação está mais em reaproveitar aquilo que já foi inventado fora, em outras áreas: a história da pedagogia mostra que esta mais se preocupou com a parte filosófica e teórica (Marques, Mattos e Taille, 1986).

A segunda classe - instrumentos provindos das matérias - é a mais simples e direta. Não conhecemos nenhuma pedagogia que tenha negado a riqueza de uma experiência prática numa matéria de Ciências. Pelo contrário, as teorias de aprendizagem têm demonstrado, cada vez mais, a necessidade da experiência prática (Marques, Mattos e Taille, 1986).

Nesta segunda classe, enfatizamos, as aulas práticas, que formam o aluno no manuseio de instrumentos de laboratório, familiarizam-no com os experimentos, dão-lhes um prazer de pesquisador. O computador pode entrar como instrumento desta segunda classe, se for empregado para aulas de

programação: ensinar o aluno a usar um computador estudando as linguagens (Basic, Pascal, Assembler etc.).

A terceira classe - instrumentos independentes - é a mais problemática, e se relaciona diretamente com o uso de computador para ensino.

O que caracteriza estes instrumentos, que lhes dão o elo de ligação, é que são basicamente instrumentos de *comunicação*, logo, sendo a pedagogia um *como* transmitir conhecimentos tendo em vista uma filosofia e uma teoria, estes instrumentos se inserem diretamente no seio da questão. Empregar um livro, um vídeo ou até uma simples fotografia significa modificar a relação aluno-conhecimento, a relação aluno-professor e a relação escola-sociedade.

Marques, Mattos e Taille, (1986), resumem estas três relações:

- a). Relação *aluno-conhecimento* - O ensino discute não apenas o que ensinar, mas também *como* o aluno vai travar contato com tal ou tal conteúdo.

Por exemplo, no caso do aplicativo computacional utilizado em nosso trabalho, a animação de um vetor em uma simulação pode dar uma idéia mais clara do fenômeno físico do que a descrição estática feita pelo um professor. A visualização da animação permite concretizar melhor os mecanismos físicos e, por conseguinte, proporciona mais assimilação do que a aula expositiva. A relação aluno-conhecimento sai fortalecida. Mas é claro que ela também pode sair enfraquecida se o instrumento for mal empregado. Em suma, a relação aluno-conhecimento é modificada pelos meios empregados para estabelecê-la. E os instrumentos dos quais estamos falando oferecem sempre a possibilidade de modificar esta relação.

- b) Relação *aluno-professor* - A modificação desta relação decorre da primeira.

O professor tem à sua disposição mais possibilidades didáticas de transmitir conhecimentos e, conseqüentemente, mudar sua maneira de dar aula. O próprio discurso se modifica em função das outras formas de comunicação que o professor introduz: ele não vai (ou não deveria) repetir o que já se encontra num livro didático lido pelos alunos, mas sim completar, explicar, generalizar e também deixa de ser proprietário do conhecimento, o aluno pode obter maior autonomia de estudo com a existência de livros do que quando havia um só manuscrito para muitos. Ou seja, o conhecimento "passa por outras mãos" que não as do professor e a relação aluno-professor se vê modificada por estas novas formas de comunicação.

- c) Relação *escola-sociedade* - Se o conhecimento "passa por outras mãos", isto quer dizer que a sociedade encontrou novos meios de estocá-lo e comunicá-lo. Quer dizer que a cultura, como um todo, se organiza de maneira diferente para gerar o seu patrimônio e, sendo a escola uma instituição dessa sociedade, é natural que ela tenha que modificar também a sua forma de transmitir este patrimônio.

Finalizando...

"Não devemos nos equipar com micros por modismo, sem antes saber se ele pode modernizar o ensino. Nem devemos recusá-lo com base em alguma antipatia nostálgica....., não devemos adotá-lo pensando que sairemos ilesos da aventura e que prosseguiremos com nossas boas e velhas aulas, com alguns passeios para ver computadores como se fazem excursões ao zoológico para ver bichos estranhos." (Marques, Mattos e Taille, 1986).

4.3. A Informática no Processo Ensino Aprendizagem

4.3.1. Histórico

A invenção do primeiro computador pode ser considerada um evento relativamente recente, se levarmos em conta o período de tempo em que o homem vem desenvolvendo esforços no sentido de processar informações de forma mais eficiente.

Neste tópico, veremos os principais fatos ligados a informática no processo ensino aprendizagem.

4.3.1.1. No mundo

Alguns séculos passaram depois da construção das calculadoras mecânicas de Schickard, Pascal e Leibniz até a construção do Mark I, na Universidade de Harvard, em 1945, que era, na realidade, uma calculadora gigantesca que operava sobre um sistema de válvulas. Deste "pai" dos computadores até os atuais, ocorreu uma enorme evolução em relação à versatilidade, sofisticação e rapidez de processamento, bem como compactação das dimensões físicas com a utilização dos PC's.

O uso do computador na Educação é um fenômeno ainda mais recente, que o aparecimento destes, podendo ser situadas em torno do início da década de 60 as primeiras tentativas neste sentido. Além disto, esta história pode ser dividida em duas fases (Marques, Mattos e Taille, 1986):

- 1) a fase anterior ao surgimento da microinformática, caracterizada pelo uso de terminais de computadores de grande porte;

- 2) a fase posterior à microinformática, caracterizada pelo uso intenso de microcomputadores, os PC's.

Na primeira fase, que se prolongou até o final da década de 70 aproximadamente, o uso do computador nas escolas norte-americanas estava mais ligado ao uso administrativo. As tentativas de utilização didática eram restritas e, segundo os pesquisadores, apresentavam uma série de dificuldades.

Mesmo assim, alguns autores consideraram seus resultados animadores e prosseguiram em seus trabalhos. Podem ser citados, entre estes autores, Thomas Dwyer, que investigou principalmente as potencialidades didáticas do computador em várias disciplinas do segundo grau, e Alfred Bork, que pesquisou especificamente o ensino de Física.

No fim da década de 60, Seymour Pappert, começou a explorar as possibilidades pedagógicas de pequenos veículos esféricos dotados de sensores e capacidade gráfica, controlados por pequenos computadores, por este formato, foi chamado de tartaruga, que obedecia a comandos gráficos, desenhando no chão. Em seguida, para serem usados por crianças em computador, estes comandos foram organizados em uma linguagem chamada LOGO.

O LOGO, foi desenvolvido no Instituto de Tecnologia de Massachussets (MIT), onde Papert, que não um matemático comum, sempre esteve preocupado com a maneira pela qual as pessoas aprendem, inclusive estudando com Piaget, na década de 50, em Genebra.

Com o advento da microinformática em 1975, quando foi construído o primeiro microcomputador nos Estados Unidos, verifica-se um grande aumento do uso do computador para fins pedagógicos naquele país, não só pela

redução dos custos dos equipamentos, como pela facilidade de programação de conteúdos com linguagens mais simples como o Basic.

A década de 80 é marcada pela crescente informatização do sistema educacional americano. Em 1982, 50% dos distritos escolares davam acesso a pelo menos um microcomputador às suas escolas. Nesse mesmo ano, 25% das escolas públicas tinham pelo menos um computador destinado a ensino. Em 1984, 70% das escolas americanas usavam o microcomputador para fins educativos (Marques, Mattos e Taille, 1986).

Os autores acima, destacam que a França é outro país que se tem destacado pela crescente informatização de seu ensino. Sua experiência iniciou em 1970, quando foi realizado o Seminário de Informática no Ensino, no qual foram debatidas as metas e formas de implantação do computador desde a escola primária até a Universidade.

4.3.1.2. No Brasil

A experiência brasileira de informatização do ensino de primeiro e segundo grau começa no início da década de 80 e está limitada quase somente à rede privada do sul do país. Em 1985, poucas escolas públicas utilizavam o computador para fins educativos em todo o Brasil. Mesmo nas universidades, antes do advento da microinformática, as pesquisas estavam restritas a iniciativas isoladas como as da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). A Unicamp desde 1975 mantinha uma equipe interdisciplinar pesquisando a já mencionada linguagem LOGO.

Na mesma época, a UFRGS já havia iniciado o uso de terminais de computadores de grande porte para ensino simulado de Física para alunos

universitários. A UFRJ também iniciou suas pesquisas voltada para o ensino superior com o Núcleo de Tecnologia Educacional de Saúde (Nutes) .

Estas mesmas instituições encontram-se envolvidas no projeto Educom, juntamente com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) . Este projeto - de iniciativa do Ministério de Educação e Cultura em conjunto com a Secretaria Especial de Informática (SEI), a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e o Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - tem, resumidamente, como objetivo a criação de centros pilotos de pesquisa de informática aplicada à Educação.

4.3.1.3. Na UFSC

Na Universidade Federal de Santa Catarina, a referência principal é encontrada no projeto HIPERNET.

O Sistema hiperNet é um suporte computacional distribuído utilizando hipermídia, tecnicamente sofisticado mas fazendo uso de modelos simples para estimular a criatividade, facilitar a comunicação e propiciar o trabalho cooperativo (Melgarejo, 1998).

O projeto começou a ser idealizado no final da década de oitenta, e vem sendo desenvolvido por uma equipe de pesquisadores no Laboratório de software Educacional (EDUGRAF), da UFSC.

O Laboratório de Software Educacional da Universidade Federal de Santa Catarina, também tem desenvolvido aplicativos computacionais voltados ao ensino, onde pode-se destacar o software que implementa um ambiente gráfico similar ao do LOGO. Essa aplicação foi chamada de AABC-Ambiente de Aprendizagem Baseado em Computador (Ramos, 1997).

4.3.1.4. No Colégio de Aplicação

O Colégio de Aplicação da UFSC, do qual fazemos parte, também tem participado, de algumas formas, no processo ensino aprendizagem utilizando novas tecnologias.

A primeira incursão do Colégio nesta área, resultou no Projeto EDUCIN (Educação e Informática) que tem como objetivo principal, criar competência entre professores da Rede Pública de Ensino para gerenciar a informatização do processo ensino aprendizagem.

O projeto EDUCIN é um projeto de pesquisa e extensão dos Professores de Ensino de 1º e 2º Graus, que funciona junto ao Colégio de Aplicação do Centro de Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, onde, no laboratório de informática do referido Colégio, é desenvolvido vários aplicativos computacionais voltados ao ensino aprendizagem.

O projeto, já produziu vários softwares educacionais, através de uma equipe multidisciplinar, que relacionam o construtivismo e o socio-interacionismo. A parte de análise de projeto e programação cabe a bolsistas e estagiários do curso de Computação da própria UFSC.

Um dos principais aplicativos, o software de Simulação do Vestibular da UFSC94/95/94/96/97, foi desenvolvido dentro da técnica de Simulação Estática, onde uma situação real é trazida para dentro do micro, dando condições para o aluno vivenciar uma situação próxima ao real.

O Colégio de Aplicação também tem uma preocupação pedagógica com a introdução e a utilização dos novos recursos tecnológicos, tanto que desde o ano de 1997, mantém uma comissão inter-disciplinar (A Comissão de Novas Tecnologias) que discute o papel destas novas tecnologias no processo ensino aprendizagem.

4.3.2. O Computador e o Ensino-Aprendizagem

A primeira vista, poderia-se dizer que a introdução das novas tecnologias através do uso de computadores em sala de aula traria o mesmo tipo de transformação que fora observado na Ciência, na indústria ou nos negócios. Nestas áreas, o papel da tecnologia parece óbvio desde o começo:

- Na Ciência, a informatização automatizada permitiu mediações e comparações que nunca foram possíveis antes, como por exemplo as simulações que tornaram possíveis à experimentação uma gama infinita de fenômenos naturais.
- Na indústria, processos repetitivos e especializados tiveram soluções informatizadas e robotizadas, eliminando erros e perigos com a participação do homem.
- Nos negócios, foi determinante a flexibilidade dos processadores de texto em relação a máquina de escrever.

Observamos que, deste modo, nestas áreas, os problemas específicos combinados com a nova tecnologia resultou num aumento enorme de eficiência.

Já o papel da tecnologia na Educação não é tão claro, de certa maneira porque o processo e o produto do ensino formal continuam, na sua maioria, sem especificação.

A aprendizagem e o ensino podem constituir processos fundamentais na Educação, mas as perspectivas de aprendizagem estão mudando constantemente e as imagens do ensino variam muito (Greene, 1979). Alguns argumentam que o ensino é um empreendimento clínico, no qual os profissionais controlam variáveis instrucionais (Smith, 1963). Outros o vêm

como um empreendimento, no qual os professores criam comunidades de aprendizagem e concentram-se em processos sociais (Dewey, 1963). Ou, para alguns, a prática do ensino pode ser mais uma terapia, em que o professor reconhece os momentos ímpares que dão oportunidade aos alunos para o crescimento, aproveitando estes momentos (Buber, 1957). Nenhuma destas imagens do ensino provou ser superior a qualquer outra. Até certo ponto, todas coexistem nas escolas atualmente.

Logo, as vantagens e limitações originárias do uso do computador na Educação estão vinculadas apenas à forma como o mesmo é utilizado, ou seja, a utilização deste vai ser determinada em grande parte pela filosofia de Educação dos educadores que vão empregá-lo como um instrumento didático no processo ensino-aprendizagem. Em outras palavras, o que muitos vêem como vantagem pode ser considerado por outros como uma séria limitação ou mesmo um emprego incorreto do instrumento.

Nessa perspectiva filosófica, podemos diferenciar atualmente, segundo Marques, Mattos e Taille (1986), duas posições sobre a forma mais adequada de utilizar o computador em Educação:

1. uma das posições afirma que o computador deve ser usado só como um instrumento de aprendizagem. Nesta abordagem, dispondo do instrumental necessário, em geral linguagens de programação, o aluno dirige seu próprio aprendizado. Por exemplo, usando a linguagem LOGO, que permite, através de instruções simbólicas, o desenho de figuras geométricas na tela, ele pode descobrir sozinho conceitos geométricos, como abertura de ângulo e outros;
2. a outra posição defende o uso do computador como instrumento didático, fornecendo ao aluno programas educativos estruturados que visam cumprir um determinado objetivo, vinculado ou não ao currículo.

Na nossa opinião, as duas formas de utilização não são necessariamente incompatíveis, podendo até ser consideradas complementares.

Contudo, os que defendem exclusivamente a primeira posição não são da mesma opinião, alegando que o uso do computador como instrumento didático não renova em nada a Educação tradicional, porque leva apenas à substituição dos recursos didáticos tradicionais, como quadro-negro, por recursos novos, como o computador. Vemos que, esta posição pode apresentar alguns riscos quando o professor, ao utilizar o computador em um dado momento do processo ensino-aprendizagem, não questiona seus objetivos ou, ainda, não examina previamente o currículo.

Não podemos esquecer que utilizar o computador apenas como recurso de aprendizagem pode representar uma subutilização de um recurso extremamente rico e versátil, porque, embora possa produzir benefícios, como a construção do próprio aprendizado, o desenvolvimento do raciocínio lógico etc., esta forma de utilização está, momentaneamente, limitada a áreas específicas de aprendizagem como Física, Matemática, Geometria, ou linguagens de programação, que exigem uma maturidade ainda maior do aluno em relação ao raciocínio lógico.

Contudo, o uso do computador como instrumento de ensino traz a vantagem de possibilitar a introdução de praticamente qualquer área do currículo, em qualquer momento do processo ensino-aprendizagem.

Além disto, o computador, por características que lhe são próprias, apresenta algumas vantagens sobre outros instrumentos didáticos em muitas situações de ensino, as quais, podemos citar as seguintes :

1. é um recurso audiovisual superior aos demais por ser interativo.
Neste sentido, pode solicitar e responder às intervenções do aluno,

evitando que este permaneça passivo e, conseqüentemente, que se disperse para outros aspectos não relevantes da situação;

2. além de ser um recurso audiovisual interativo, o computador possui a vantagem de poder obedecer ao ritmo próprio de cada aluno, por exemplo, no caso do aplicativo utilizado, repetindo uma mesma animação o número de vezes que o aluno desejar, ou, esperando o tempo que for necessário por uma resposta do aluno;
3. outro ponto positivo a ser ressaltado é a prontidão com que o aluno recebe o feedback às suas intervenções. Por exemplo, no caso do aplicativo computacional utilizado no trabalho, o aluno pode ver imediatamente a animação, após qualquer passo da construção da simulação.

Estas características, que fazem do computador um instrumento totalmente diferente daqueles com os quais o aluno se relaciona habitualmente, podem talvez ser responsabilizadas pelo alto grau de motivação, por parte dos alunos, em usar o instrumento sempre que possível, isto porque, mesmo já tendo tido algum contato com o computador, os alunos continuam predispostos a novos contatos.

A motivação é extremamente importante para qualquer aprendizagem, pois, sem ela, é pouco provável que a atenção do indivíduo esteja voltada para o que deve aprender. Neste sentido, acreditamos que a motivação, aliada a outros pontos positivos do computador, pode contribuir significativamente para o processo ensino-aprendizagem.

Uma vez analisado o computador como instrumento didático, podemos indagar qual a forma de implanta-lo na escola. De uma maneira mais simplificada, tem-se duas opções (Marques, Mattos e Taille, 1986):

1. a escola pode equipar-se com microcomputadores sem integrá-los às atividades normais do currículo, deixando seu uso à margem das aulas habituais;
2. ou, pelo contrário, integrá-lo às atividades normais, modificando, pois, as estratégias habituais de ensino.

A primeira opção é mais adequada para aqueles que vêem no computador uma complementação facultativa para as atividades escolares ou para aqueles que não podem, por motivos econômicos, equipar a sua escola com um número suficiente de computadores para atender a uma classe normal.

Contudo, se a escola dispõe de recursos suficientes para se equipar adequadamente e considera ser o computador um auxiliar importante para as atividades escolares, quando integrado à metodologia de ensino, deve voltar-se a segunda opção.

A nosso ver, esta é o melhor caminho pois, a versatilidade do computador o possibilita ser aproveitado em muitas situações de aprendizagem.

A adoção do computador como mais um instrumento na metodologia de ensino implicará, certamente, algumas modificações neste ensino. O conteúdo das disciplinas não será mais transmitido apenas pelo método tradicional (entendendo tradicional como o que se fazia até então) e algumas atividades serão transferidas ou substituídas por outras no computador.

As páginas seguintes, quadros 4.1a e 4.1b, são esquematizados uma visão do processo ensino aprendizagem, fazendo um paralelo entre os velhos e os novos paradigmas em Educação, segundo Ramal (1997), que resume na totalidade a nossa concepção.

No velho paradigma...	No novo paradigma...
<p>→ O professor é leitor, lente (do latim leccio, lecionar). Houve a época em que o professor apenas lia a matéria do dia, talvez até discorresse sobre um ou outro ponto, e marcava as avaliações sobre o assunto. Mesmo tendo evoluído em relação à tal prática, ainda vemos em nossa década aulas muito expositoras, em que o conteúdo é quase "lido" para os alunos.</p>	<p>→ O professor é orientador do estudo. Um novo perfil de professor é delineado: ele é aquele que orienta o processo da aprendizagem e, ao invés de pesquisar pelo aluno, ele o estimula a querer saber mais, desperta a sua curiosidade sobre as questões das diversas disciplinas e encontra formas de motivá-lo e de tornar o estudo uma tarefa cada vez mais interessante.</p>
<p>→ O aluno é um receptor passivo, que ouve as explicações do professor - aquele que sabe muito mais do que ele - e vai tateando em busca daquilo que acredita que o professor deve desejar que ele aprenda, diga, pense ou escreva.</p>	<p>→ O aluno é o agente da aprendizagem, tomando-se um estudioso autônomo, capaz de buscar por si mesmo os conhecimentos, formar seus próprios conceitos e opiniões, responsável pelo próprio crescimento.</p>
<p>→ Sala de aula: ambiente de escuta e recepção, onde o ideal é que ninguém converse, todos fiquem atentos para saber repetir posteriormente o que o professor explicou.</p>	<p>→ Sala de aula: ambiente de cooperação e construção em que, embora se conheçam as individualidades, ninguém fica isolado e todos desejam partilhar o conhecimento.</p>
<p>→ A experiência passa do professor para o aluno: o aluno aprende o que o professor já sabe, já pesquisou - e somente aquilo.</p>	<p>→ Troca de experiências entre aluno/aluno e professor/aluno: orientador e orientando aprendem juntos.</p>

FONTE: Ramal (1997)

Quadro 4.1a: Evolução dos paradigmas em Educação

No velho paradigma...	No novo paradigma...
→O aluno aprende e estuda por obrigação, por pressão da própria escola, por medo de notas baixas, por ansiedade de não ir para a recuperação durante as férias...	→O aluno aprende e estuda por motivação. As coisas são degustadas, saboreadas internamente, e existe grande prazer na busca dos novos conhecimentos. Aprender é crescer.
→Conteúdos curriculares fixos, numa estrutura rígida que não prevê brechas nem modificações.	→Conteúdos curriculares atendem a uma estrutura flexível e aberta, em que cada aluno pode traçar os próprios caminhos.
→Tecnologia: desvinculada do contexto. Um retroprojetor ou um projetor de slides são usados como instrumento esporádicos para tornar determinado assunto mais agradável. As vezes o professor não sabe utilizá-los e é comum que não funcionem, atrasando a aula e irritando a todos!	→Tecnologia: está dentro do contexto, como meio, instrumento incorporado. A televisão, o computador e a conexão em rede passam a ser excelentes meios pelos quais diferentes conhecimentos chegam à sala de aula. O visual é atraente, e vem acompanhado de som. As possibilidades abertas são infinitas.
→Tecnologia: ameaça para o homem. O professor teme ser substituído por um computador com o qual ele não pode competir. A escola tenta evitar uma sociedade em que os homens valham menos do que as máquinas, e a tecnologia passe a ser o centro do universo.	→Tecnologia: compreendida como instrumento a serviço do homem. O professor utiliza a tecnologia como recurso para estimular a aprendizagem. A escola tenta formar uma sociedade em que o homem seja o centro e utilize a tecnologia a serviço do bem de todos.
→Os recursos tecnológicos são manipulados pelo professor, que prepara anteriormente o que vai usar e comanda projeções de slides, apresentações de transparências...	→Os recursos tecnológicos são manipulados pelo professor e pelos alunos; idealmente, cada um tem acesso ao computador e aluno e professor trocam idéias e conhecimentos.

FONTE: Ramal (1997)

Quadro 4.1b: Evolução dos paradigmas em Educação (continuação)

4.3.3. Os Aplicativos Computacionais Educacionais

Alguns autores (Tavares,1991; Marques, Mattos e Taille, 1986) classificam pormenorizadamente os aplicativos computacionais educacionais, no entanto, ao nosso ver, afim de nos situarmos e caracterizarmos os referidos aplicativos, devemos fornecer uma maior clareza e simplicidade a despeito de sua utilização, e assim, tentaremos classificar os mesmos, nos referenciando no trabalho Ramos (1997).

A autora considera que todo software educacional reflete, na sua concepção, uma visão psicopedagógica particular, e das muitas classificações já propostas para os tipos de aplicações computacionais para uso educativo existentes, utilizou a proposta, adotada dessa forma por nós, de Thomas Dwyer (em Ramos, 1997) que, considerando a atividade do usuário, propõe uma divisão em dois grupos:

- software com enfoque do tipo *algorítmico*
- software com enfoque do tipo *heurístico*.

Segundo Ramos (1997), no enfoque do tipo *algorítmico* predomina a ênfase na transmissão de conhecimento do sujeito que sabe para o sujeito que deseja aprender, assim, o criador do software tem a função de projetar uma seqüência estruturada para a apresentação do conteúdo.

O conteúdo deve ser subdividido em pequenas partes e contendo atividades que exijam uma resposta ativa em cada etapa, levando a uma avaliação imediata desta resposta em conjunto com atividades de reforço (ou feedback). A finalidade é conduzir o usuário a um objetivo previamente determinado. Seus proponentes indicam como uma das principais vantagens a realização de um ritmo próprio para fixação dos conteúdos. Também considera-se que o computador possa permitir a formulação de seqüências

ideais de ensino, pois o mesmo deve ser capaz de interagir com o usuário personalizando as estratégias de fixação e reforço dos conteúdos transmitidos.

Ainda segundo a autora, no enfoque *algorítmico* encontram-se as aplicações do tipo tutoriais, a conhecida instrução assistida por computador (CAI - *Computer Assisted Instruction*). Como o nome indica este tipo de software pretende assumir as funções um tutor conduzindo o usuário através das distintas fases da aprendizagem, estabelecendo uma relação coloquial com o mesmo.

Os idealizadores deste tipo de aplicação pregam que com o auxílio de técnicas de inteligência artificial, possam ser construídos sistemas eficientes de modelagem dos usuários de forma a que as desejadas seqüências individualizadas de apresentação e reforço dos conteúdos possam ser enfim atingidas, contudo, as técnicas atuais em IA, ainda não dão conta de tal tarefa apesar das inúmeras investigações nessa sentido.

A desvantagem principal deste tipo de aplicação, é a da rigidez e do excesso de especificidade, aos usuários, pois mesmo que a personalização ideal das seqüências de apresentação de conteúdos e reforços seja obtida, o controle da atividade do usuário será da máquina, ou seja, o programa decidirá, mesmo que *inteligentemente*, o que o usuário deva fazer em cada etapa. O controle do progresso do aluno é a base da construção deste tipo de sistemas. O controle do processo de ensino-aprendizagem está vinculado a quem projetou o sistema, que delimita o que o usuário deve ou não aprender.

Tais aplicações podem ser eficientes no treinamento de habilidades específicas e no repasse de conteúdos já sistematizados, mas nada acrescentam a nível da promoção do processo cognitivo.

"A transmissão gratuita de conteúdos pouca ou nenhuma importância tem na formação das estruturas cognitivas. Se um conteúdo

é facilmente assimilado então a estrutura assimiladora já existia. Se ele não é assimilado, não será na sua repetição ad infinitum que tal ocorrerá, mas sim na reestruturação de tais estruturas. Essa reestruturação não ocorre na passividade, mas sim na vivência efetiva de situações problemas. Vivência efetiva de problemas é muito mais do que a solução de uma lista de exercícios." (Ramos, 1997).

A utilização de técnicas de hipertexto e hipermídia, renovaram estas aplicações, pois sem dúvida, são ferramentas de múltiplas representações do conhecimento, e novas possibilidades de expressão e comunicação.

A outra categoria na classificação de Dwyer é o enfoque do tipo *heurístico*, neste enfoque, aprendizagem experimental ou por descobrimento é predominante, devendo o software criar um ambiente com situações que o aluno deve explorar com conjecturas próprias. Os softwares não trazem definidas as atividades que devem ser desenvolvidas pelos alunos, e se caracterizam por criarem ambientes próprios ao estabelecimento de conflitos cognitivos adequados ao aumento dos esquemas operatórios do aluno, como também condições propícias às soluções destes conflitos.

Exemplos destes softwares são as simulações, os jogos, as linguagens e os sistemas especialistas, e um exemplar conhecido desta abordagem heurística é o LOGO, e também aqui se encaixa o aplicativo Interactive Physics, utilizado em nosso trabalho

4.3.3.1. O Ambiente LOGO

O LOGO é uma referência internacional hoje na área de software educacional, se constituiu num símbolo de uma nova perspectiva de utilização da tecnologia no processo de aprendizagem, pois introduziu uma nova forma de uso dessa tecnologia, de uma maneira que quem trabalha com o ambiente

possa construir uma consciência crítica sobre outras formas de usar o computador na Educação.

No LOGO o aprendiz interage com um ambiente gráfico que implementa um estilo computacional de geometria, designado por Papert, de *geometria da tartaruga*. A interação ocorre a partir da comunicação virtual com o cursor, que é representado na tela, por uma tartaruga. Ao deslocar a tartaruga na tela, é preciso se colocar em seu lugar e imaginar que é o próprio corpo que está se movendo no espaço, desta forma Papert propõe "*usar o computador como um meio para permitir que as crianças coloquem seus corpos de volta em sua matemática.*" (Papert, 1994:34)

4.3.3.2. O Aplicativo Interactive Physics

O aplicativo computacional educacional Interactive Physics, utilizado em nosso trabalho, se constitui num exemplo típico de software do tipo heurístico, pois é um software de simulação onde o aluno interage de forma completa, construindo ele mesmo a simulação, e não simplesmente agindo sobre ela.

Vimos no capítulo 3, na teoria Piagetiana, que o conhecimento se constrói não pela agregação ou transmissão de informações, mas sim pela interação com objetos e pessoas do ambiente em que se vive. Essa interação implica em ação efetiva que é geradora de um processo de equilibração das estruturas cognitivas. Na busca do equilíbrio ou da coerência das suas estruturas cognitivas a pessoa realiza um processo de reflexão a partir de abstrações que podem se dar em diversos níveis. Quando ela reflete sobre as observações que fez diretamente do mundo real (dos objetos ou das suas ações materiais sobre ele), ela está realizando o nível mais simples, o da abstração empírica. Se ao contrário a reflexão incidir já sobre as coordenações das suas ações, mesmo que inconscientemente, tem-se a um nível superior de abstração, a abstração refletidora. Só quando uma abstração refletidora se torna consciente o sujeito atinge o nível de abstração reflexiva.

No uso do Interactive Physics o processo de reflexão é estimulado e facilitado, pela comunicação direta com os objetos do ambiente. O processo da construção de um experimento (simulação), e não de sua simples realização, força a reconstituição ou mesmo a previsão ou *descrição* da seqüência de ações que se deseja experimentar. Por outro lado, o computador *executa* esta seqüência de ações, apresentando um resultado imediato e visível na tela quando a animação é realizada. Isso impulsiona novas reflexões pois, se o resultado não é exatamente o que se esperava, parte-se para a depuração do procedimento inicial experimentando-se novas formulações para o mesmo. Se por outro lado, o resultado obtido é o desejado, o problema está resolvido, mas isto não precisa significar o fim da reflexão. Nesse caso, pode ser atingido um processo de abstração reflexiva, analisando quão efetivas foram as estratégias utilizadas.

Um fator determinante da rejeição, por parte da maioria dos alunos, à Física e à lógica, o fato de que a operatividade dos conceitos, exige um grande esforço de coordenação mental. Conforme Piaget, é necessário o desenvolvimento do pensamento *formal*.

A nossa concepção é que com o uso do computador, utilizando aplicativos computacionais educativos deste tipo, possa auxiliar a concretizar e a personalizar o formal, alterando as fronteiras e fortalecendo o pensamento formal do aluno adolescente.

Precisamos ver os adolescentes como construtores ativos de suas próprias estruturas intelectuais, ou do seu conhecimento, destas forma, eles se apropriam de materiais para sua obra, sendo os mesmos, modelos e metáforas físicas, sugeridos pela cultura em que estão inseridos.

Assim, o computador passa a ser também um agente fundamental para o aumento do potencial cognitivo dos adolescentes, não apenas do ponto de

vista da aquisição de conhecimentos científicos - o conteúdo -, mas também do ponto de vista da construção de novas estruturas cognitivas - a forma.

Do ponto de vista da utilização pelo professor, devido a sua própria concepção construtivista, o uso do software Interactive Physics, remete a um modelo de uso flexível, permitindo que o professor nas escolas o implementem de acordo com sua conveniência, por exemplo, o professor poderá realizar experiências de acordo com a ordem dos conteúdos, de acordo com o interesse dos alunos, de acordo com a dinâmica do trabalho, etc. O modelo, devido a sua flexibilidade, não oferece uma “receita” que possa simplesmente ser reproduzida, mas uma estrutura a partir do qual o professor possa desenvolver o conteúdo da disciplina.

Deste forma, será necessário um aperfeiçoamento do professor que, de acordo com Sandholtz, Ringstaff & Dwyer (1997:136), dá a oportunidade ao mesmo de:

- observar e refletir sobre uma série de estratégias de ensino, incluindo a instrução direta, ensino em equipe, aprendizagem colaborativa, aprendizagem baseada em projetos e aprendizagem interdisciplinar;
- utilizar o uso prático do computador, o software, como ferramenta para apoiar a aprendizagem através da composição, colaboração, comunicação e prática orientada;
- interagir com os alunos em uma sala de aula real;
- compartilhar conhecimento e experiência com os colegas;
- criar planos específicos para o uso da tecnologia em sala de aula.

O recurso de animação da simulação do aplicativo, é um dos fatores mais importantes do mesmo. A dificuldade encontrada pelo professor numa aula expositiva em demonstrar estaticamente no quadro negro, um processo dinâmico, já é uma condição suficiente para a utilização do aplicativo.

No próximo capítulo, descreveremos o aplicativo computacional educacional, citado anteriormente, que se constitui na ferramenta do nosso trabalho.

5. O ESTADO DA ARTE

Não é de interesse e objetivo deste trabalho descrever e demonstrar por completo o aplicativo computacional educacional utilizado, no entanto faz-se necessário apresentá-lo de modo geral e suas condições de utilização pelo usuário, as especificidades do mesmo trabalhadas com os alunos, afim de situar como foram trabalhados os conceitos físicos com o uso do software e a sua relação com o ensino aprendizagem.

A primeira parte deste capítulo, será apresentado o aplicativo computacional educacional Interactive Physics versão 3.0 nas suas linhas gerais e, na segunda será apresentado suas principais ferramentas e, alguns exemplos de construção e simulação de experimentos básicos.

5.1. O Aplicativo Computacional Educacional

5.1.1. Configuração de Hardware

A configuração mínima recomendada para a instalação e funcionamento do aplicativo computacional educacional Interactive Physics versão 3.0, segundo o manual do usuário é:

- computador Pentium, clock 100 MHz ou similar, com processador matemático
- 8 MB de memória RAM
- 20 MB de espaço em disco
- plataforma de trabalho Windows 95

5.1.2. O que é Interactive Physics?

O aplicativo computacional educacional Interactive Physics 3.0 é um software completo que simula um laboratório de movimentos no computador e que combina uma interface de usuário simples com uma poderosa engenharia que trabalha os fundamentos da Mecânica de Newton.

Com o aplicativo, pode-se realizar simulações criando-se objetos na tela e pode-se fazer estas simulações com uma animação realística. O número de simulações que se pode executar só está limitado pela imaginação. Pode-se criar simulações trabalhando na tela de computador com um mouse, da mesma maneira que é feito com um desenho ou executando um programa.

Fontes, cordas, abafadores, barras de comprimento, e uma variedade de formas de objetos físicos estão disponíveis. Clicando “run” anima-se a simulação. Uma poderosa engenharia de simulação dentro do aplicativo determina como objetos devem mover-se apresentando o resultado como se fosse um filme realista de simulação.

Nenhuma programação é requerida pelo usuário, aluno e/ou professor. As simulações são definidas pelo usuário que coloca os objetos no espaço de trabalho, assim como se obtivesse os objetos de uma estante em um laboratório real. Podem ser alteradas fricção e elasticidade. O valor da aceleração da gravidade pode ser mudado ou pode ser retirado. Podem ser controlados virtualmente qualquer característica física de um objeto.

Grandezas Físicas como velocidade, aceleração, momento e impulso, momento angular, energia cinética, e força de fricção, podem ser medidas enquanto uma simulação é executada. Pode-se exibir estas grandezas como números, gráficos, ou exibições vetoriais animadas.

O programa é projetado para professores e estudantes. Os professores podem usar o aplicativo imediatamente para demonstrar problemas que apresentam-se como quadros estáticos em um livro. Pode-se criar enredos e imediatamente ver os resultados.

Os professores também *podem usar o computador como um laboratório*. Os estudantes podem fazer previsões, simulações de corridas, e imediatamente podem ver os resultados. Com o aplicativo, o laboratório está seguro, acessível, rápido, e poderoso.

5.1.2.1. Engenharia de Simulação

Projetada para lidar com velocidade e precisão, a engenharia de simulação do aplicativo computacional calcula o movimento de interação de corpos usando técnicas de análise numéricas avançadas.

A engenharia permite a construção de um sistema complexo e pode computar sua dinâmica debaixo de uma variedade de vínculos e forças. Além de vínculos impostos pelo usuário como fontes, talhas, ou articulações, o software tem a capacidade para simular interações do mundo real como colisões, gravidade, resistência do ar, e características eletrostáticas. Todos os aspectos de uma simulação, do controle de tempo de visualização passo a passo (fixo ou variável), como a técnica de integração podem ser configurados pelo usuário.

5.1.2.2. Scripts de Partida

O aplicativo computacional têm um sistema de roteiros de animação embutido que estende suas capacidades.

5.1.2.3. Editor Inteligente

O editor Inteligente é o coração da interface de usuário e mantém uma relação de conexões e vínculos entre objetos como eles são construídos. Ao desenvolver um mecanismo, o usuário puxa (cria) componentes na tela e indica onde e como as partes deveriam ser unidas.

O Editor Inteligente permite girar um mecanismo e o arrastar enquanto mantém a integridade fundamental dos componentes e as conexões entre eles. Os usuários podem posicionar objetos pelo paradigma padrão clicar-e-arrastar ou especificando precisamente as coordenadas nas caixas de diálogo.

Em todos os casos, o editor Inteligente assegura que nenhum vínculo será quebrado e nenhum corpo será deformado.

Um braço de robô composto de várias partes são mantidas unidas por pivôs articulados que usa o Editor Inteligente para posicionar com precisão. Clicando e arrastando a mão, o braço estira fora para a configuração desejada.

5.1.2.4. Posicionamento de Objetos baseado em Fórmulas

Pode-se especificar a posição de um vínculo baseado na geometria de um corpo objeto (por exemplo, altura e largura) de forma que sua posição relativa fique fixa até mesmo quando o corpo é redefinido ou rearranjado. Por exemplo, pode-se posicionar uma articulação de alfinete² a um vértice de um corpo poligonal. Pode-se redimensionar então ou redefinir o polígono e a articulação de alfinete permanecerá ligada ao vértice.

Pode-se também usar a geometria de um corpo para especificar a posição de outro. Por exemplo, usando esta característica pode-se projetar um encadeamento no qual a duração do vínculo de uma manivela está baseado

² Articulação de alfinete: Articulação muito pequena e precisa.

em uma dimensão do vínculo de acoplamento. Redefinindo o vínculo de acoplamento vai-se então automaticamente redefinir o vínculo da manivela baseado em sua especificação.

5.1.2.5. Suporte FPU

O aplicativo é projetado para tirar proveito da Unidade de Ponto Flutuante (coprocessador matemático), FPU em inglês, o mesmo está disponível no computador. Um FPU acelera enormemente os cálculos de computação e resulta em animação mais rápidas e mais perfeitas.

5.1.2.6. Editando Objetos Livres

Pode-se editar as propriedades dos objetos isoladamente e livremente, podendo modificar a geometria e posição de vários objetos rapidamente editando as propriedades desejadas diretamente na tela.

Simplesmente seleciona-se o objeto desejado, e o aplicativo o apresentará com uma lista de parâmetros (como largura, altura, e posição de um corpo) podendo-se editar com exatidão; digitando-se os valores precisos, e a modificação será efetuada imediatamente.

5.1.2.7. Inter-Apiicações

O aplicativo pode usar e se relacionar com outros programas do Windows, que comunique com outras aplicações durante uma simulação. Os usuários podem especificar modelos físicos de vida real, experimentos mecânicos e então podem os controlar externamente por outros programas.

Por exemplo, o Excel da Microsoft pode ser usado para modelar um sistema de controle externo. O aplicativo podem enviar dados para e recebe

sinais de controle do outro programa enquanto uma simulação está em desenvolvimento.

Além disso, outras aplicações podem enviar novos comandos (usando programação em Visual Basic) para o aplicativo. Contanto que a aplicação externa possua algumas características básicas de controle do Windows, pode enviar comandos para ou pode invocar um programa inteiro no aplicativo.

O aplicativo computacional educacional utilizado, provê uma vasta ordem de funções matemáticas, pode-se implementar funções mais avançadas em outra aplicação e pode os unir para uma simulação do aplicativo.

5.1.2.8. Exportação de Dados

Dados de simulação numéricos podem ser exportados como dados de medida para um arquivo. O aplicativo também suporta filmes de QuickTime formatados em sistemas de MAC e Vídeo para Windows, (arquivo .AVI).

5.1.2.9. Dispositivos de Entrada e Saída

Pode-se introduzir dados e comandos em tempo real, incluindo dispositivos tais como controles deslizantes, botões, e campos de texto. Dispositivos de demonstração em tempo real incluem gráficos, exibições digitais, e exibições de barra.

5.1.2.10. Conjunto completo de botões de menu

Pode-se criar botões para executar comandos de menus do aplicativo, inclusive "run", "reset", e "quit". Os botões podem simplificar simulações em construção para o usuário iniciante; eles também podem ser usados para criar arquivos do aplicativo que conduz a outro arquivo com um clique de um botão.

5.1.2.11. Ferramenta de texto

Pode-se registrar textos nas simulações diretamente no espaço de trabalho com qualquer tipo de fonte, alterando-se o tamanho, ou o estilo de texto disponível no computador.

5.1.2.12. Gráficos Móveis

Pode-se colar quadros criados com um desenho ou pode-se puxar programando diretamente no espaço de trabalho, podendo os unir aos objetos. Por exemplo, pode-se criar um objeto circular e prender ao mesmo o desenho de uma bola de futebol.

5.1.2.13. Dimensionador de Forças

Através de uma equação, pode-se simular a gravidade planetária como também gravidade de Terra, forças eletrostáticas, resistência de ar (proporcional a velocidade ou quadrado da velocidade), ou seu próprio tipo de força. Por exemplo, pode-se criar campos magnéticos, ventos, e canhões de elétrons.

5.1.2.14. Características Gráficas

Pode-se mostrar e esconder objetos, preencher objetos com padrões e cores, exibir a carga eletrostática dos objetos (+ ou -), escolher as densidades do corpo de um objeto, exibir os nomes de objeto, e vetores de exibição.

5.1.2.15. Múltiplos Referenciais

Pode-se observar as simulações de múltiplos referenciais (pontos de vista), como qualquer corpo da simulação ou referencial externo.

5.1.2.16. Controle Completo de Unidades

Pode-se escolher o padrão métrico de unidades do Sistema Internacional (SI): como quilogramas, metros, segundos e radianos; unidades inglesas padrões como jardas, pés, polegadas, graus, e libras; ou outras unidades (por exemplo ano-luz).

5.1.2.17. Relação Completa de Fórmulas

O aplicativo têm um sistema de relação de fórmulas que cria expressões matemáticas e aritméticas (inclusive declarações condicionais), semelhante a relação de fórmulas usado na Microsoft Excel e Lotus 1-2-3. Qualquer valor pode ter uma fórmula no lugar de um número. Ao simular um foguete, pode-se escrever uma fórmula para sua massa de forma que esta diminui com o gasto de combustível. Usando funções trigonométricas, pode-se escrever uma fórmula que simula a força gerada por um atenuador que induz uma oscilação.

5.1.2.18. Menu de Exibição de Arquivos

O modo de exibição proporciona uma barra de menu limitada e nenhuma barra de ferramenta e deixa maior espaço para exibir a simulação. Pode-se trocar entre modo de exibição e o modo padrão de edição selecionando um comando de menu. Os arquivos de exibição são úteis para usuários que são pouco familiarizados com o aplicativo.

Além disso, o aplicativo permitem preservar simulações como "arquivos somente de exibição " que impedem o usuário de mudar certos parâmetros de simulação. Os professores podem usar esta característica para criar simulações que enfocam a atenção dos estudantes em problemas específicos.

5.1.2.19. Dimensionador de Localização

Pode-se especificar a localização de todos os objetos ou limitar a especificação de localização a objetos selecionados. Os objetos individuais podem deixar rastros de sua forma, centro de massa, ou exibições de vetor.

5.1.2.20. Exibição de Vetores

O aplicativo é provido de uma relação completa de modos de exibição de vetores para mostrar velocidade, aceleração, e força. Podem ser exibidos vetores para forças eletrostáticas, para forças planetárias, e em pontos de múltiplo contato quando dois objetos colidem. Eles podem ser exibidos em uma variedade de cores e formatos.

5.1.2.21. Controle de Tempo

Pode-se calcular e registrar simulações complicadas ou demoradas durante a noite e simular o movimento rapidamente. Pode-se salvar simulações inteiras para o disco. Com o controle de pausa pode-se parar ou simular pausas automaticamente. Por exemplo, pode-se editar uma simulação para pausar quando decorreram dois segundos entrando na fórmula seguinte, isto é, quando cronometro > 2. Também pode-se ter simulações dar em "looping" e reajustar.

5.1.2.22. Controle de Aplicação

Pode-se aplicar forças e constrangimento em qualquer momento. Por exemplo, pode-se aplicar uma força constante em um objeto durante um segundo, ou pode-se aplicar uma força quando a velocidade de um objeto é maior que 10.

5.2. Campo de Trabalho e Exemplos Básicos

Como salientamos anteriormente, não faremos uma descrição detalhada dos comandos e potencialidades do aplicativo, no entanto para se ter uma idéia de seu funcionamento será descrito sucintamente a área de trabalho do aplicativo em suas linhas gerais e alguns exemplos básicos de edição de objetos.

5.2.1. Iniciando o Aplicativo

Com um duplo clique do mouse no ícone do aplicativo inicia-se o programa, abrindo uma nova janela no windows, ainda sem nome, "untitled". A tela se parecerá com a figura 5.1.

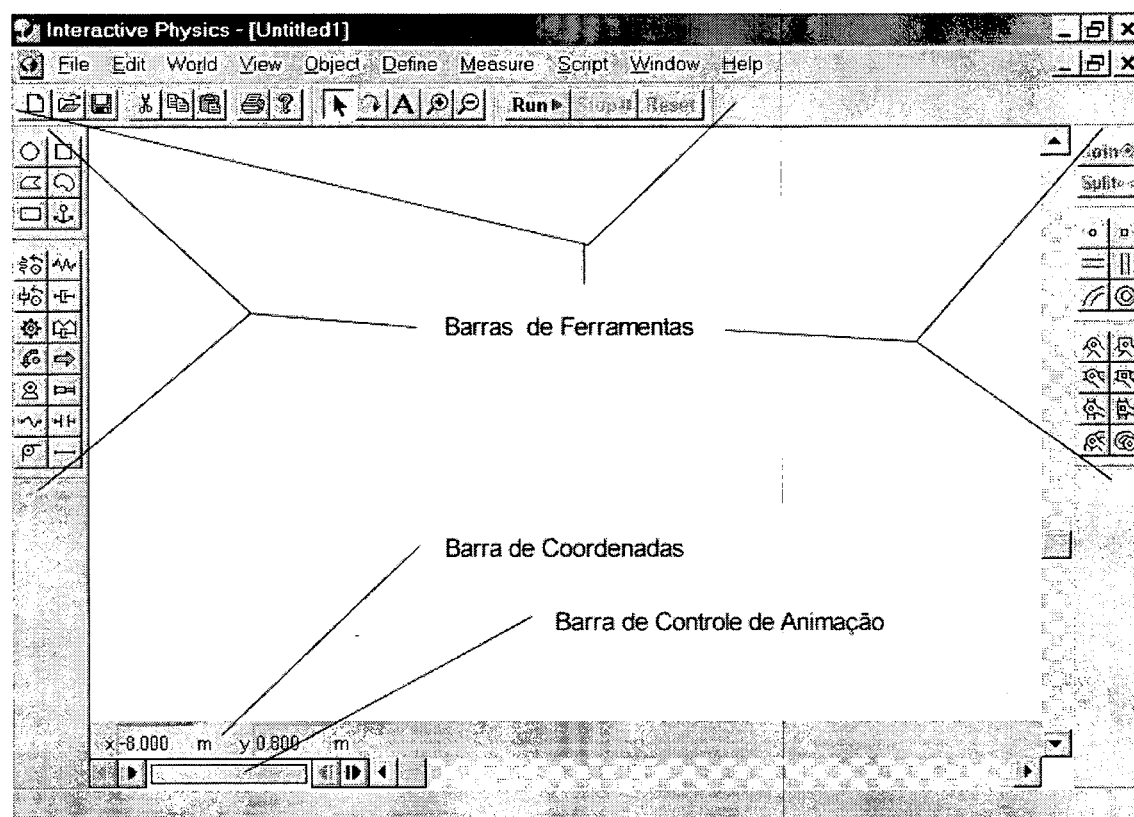


Figura 5.1: Janela principal do aplicativo

O novo arquivo de simulação "untitled" aparece em sua própria janela. Pode-se ver a barra de coordenadas e barra de controles de animação ao fundo da janela.

A barra de ferramentas³ contém os comandos que poderão ser usados para criar simulações. Nela, existem ferramentas para criar corpos, fontes, cordas, forças, e muitos outros objetos. O barra de ferramentas também contém botões para dar partida as simulações, "run" e volta ao ponto inicial, "reset".

A barra de coordenadas exibe informações úteis como, a posição de cursor do mouse, configurações do objeto e dimensões do objeto. O modo de exibição é sensível ao contexto e muda rapidamente para atender as necessidades do usuário enquanto está sendo usado o aplicativo.

Pode-se também editar parâmetros dos objetos entrando com informações diretamente na barra de coordenadas.

Os controles de movimento em forma de cursor de rolamento fornecem uma maior flexibilidade para movimentar e ver simulações. Pode-se usar o cursor de rolamento para controlar simulações, movendo-se as simulações para trás, ou selecionando um intervalo de tempo específico em uma simulação.

5.2.2. Barras de Ferramentas

O aplicativo possui uma relação de ferramentas que fornecem facilmente acesso pelo uso nas barras de ferramentas e lhe permitem construir

³ A configuração da barra de ferramentas difere entre o Windows e versões de MAC do aplicativo, no entanto só trabalhamos com a versão Windows.

um modelo de simulação selecionando ferramentas para puxar os componentes como se estivesse usando um programa de desenho.

5.2.2.1. Ferramentas Padrões do Windows

A barra de ferramentas padrão do windows é facilmente identificada com seus ícones identificados na figura 5.2.



Figura 5.2: Barra de ferramentas padrão

5.2.2.2. Ferramentas de Edição

A barra de ferramentas de edição é semelhante as ferramentas de aplicativos gráficos ou de desenho com seus ícones identificados na figura 5.3.

Figura 5.3: Barra de ferramentas de edição



5.2.2.3. Ferramentas de Controle de Animação

A barra de ferramentas de controle de animação, possui três botões que controlam a animação, o que dá início a simulação, "run", o que faz a simulação parar, "stop", e o botão que faz a simulação retornar ao seu início, "reset". A figura 5.4, mostra os mesmos.



Figura 5.4: Barra de ferramentas de controle de animação

Observa-se que estes controles podem ser inseridos no próprio campo de trabalho da simulação.

5.2.2.4. Ferramentas de Criação

A barra de ferramentas de criação, figura 5.5, fornece elementos para a criação de corpos ou elementos físicos de trabalho, como a construção de corpos circulares, quadrados, poligonais, curvos, retangulares e fixação, âncora, dos corpos ao campo de trabalho (por pré-configuração, os corpos estão sob ação da gravidade); a junção/separação de nós de encaixe dos objetos; e a criação de nós e barras deslizantes.

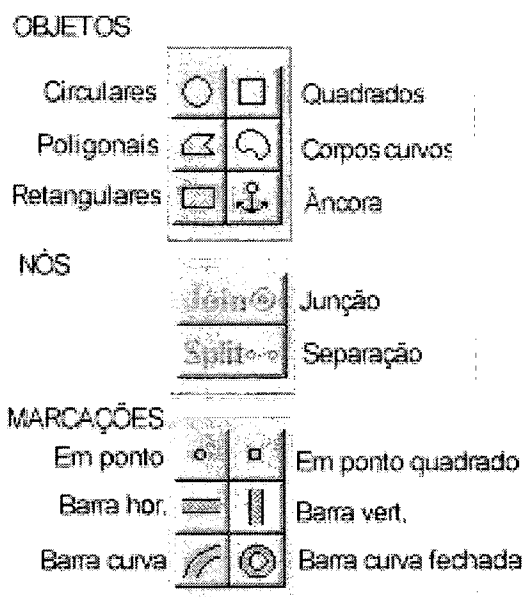


Figura 5.5: Barra de ferramentas de criação de elementos físicos

5.2.2.5. Ferramentas de Articulações e de Elementos Físicos

A barra de ferramentas de articulações cria, como o próprio nome sugere, articulações móveis ou fixas, em pontos de junção e/ou em barras. Já a barra de ferramentas de elementos físicos cria, os mais variados tipos de elementos como: molas, motores, engrenagens, amortecedores, roldanas, cordas, configuração de forças e torques externos. Os ícones podem ser observados na figura 5.6.

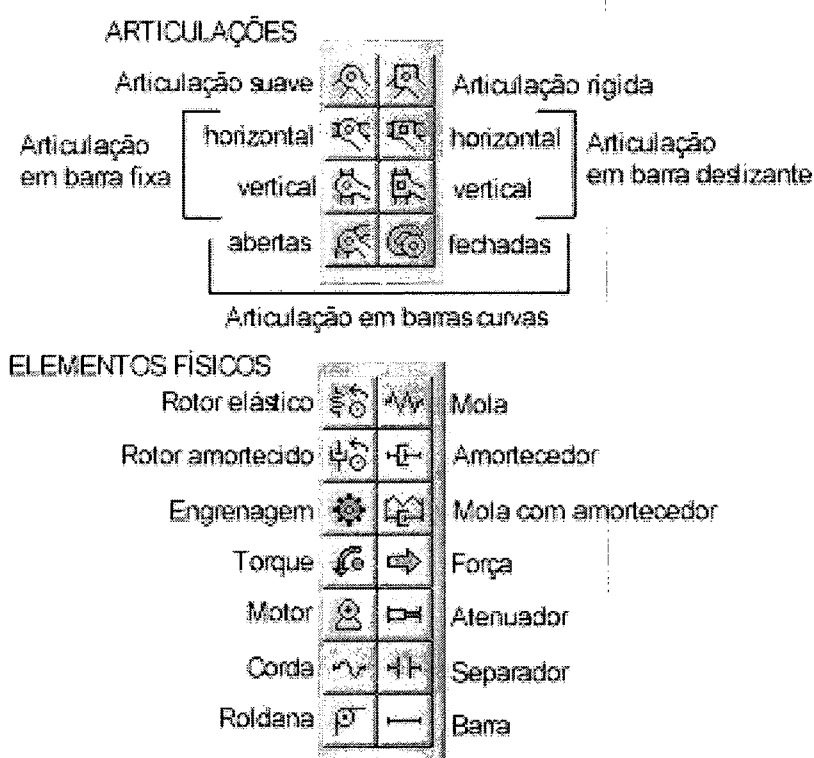


Figura 5.6: Barra de ferramentas de articulações e elementos físicos

Deve-se ressaltar que, todos os elementos citados, podem ser configurados pelo usuário do aplicativo.

5.2.2.6. Barra de Coordenadas

A barra de coordenadas (figura 5.7), informa as coordenadas lineares em que o objeto se encontra, com as unidades pré estabelecidas e, também as

dimensões e características Físicas do corpo que se criará, por exemplo: no caso de um círculo o raio e a direção de rotação do mesmo.



Figura 5.7: Barra de coordenadas

5.2.2.7. Barra de Controle de Animação

A barra de controle de animação (figura 5.8), no modo de demonstração funciona como um indicativo do tempo de simulação e, pode fornecer ao usuário a disponibilidade de observar a animação lentamente, quadro a quadro, retrocesso, avanço, etc.



Figura 5.8: Barra de controle de animação

5.2.3. Passos para Criar uma Nova Simulação

Estes passos fornecem uma idéia de como usar o aplicativo para criar e animar uma simulação. Em função do objeto escolhido, o formato do mesmo pode diferir dependendo do tipo de simulação que se está montando, no entanto os passos básicos para criar e animar uma simulação terão sempre o mesmo procedimento:

1. Escolhe-se "New" do menu de arquivo para abrir um documento novo.
2. Puxa-se (desenha-se) e posiciona-se os corpos. Usa-se o barra de ferramentas para puxar objetos da mesma maneira que se realiza um desenho ou executa um programa.

3. Dá-se dois "clicks", com o mouse, no objeto para exibir e/ou editar suas especificações iniciais (por exemplo, velocidade, coeficientes de fricção, ou elasticidade).
4. Escolhe-se nos itens do menu em linha atribuindo as medições a serem realizadas e gráficos que exibem a informação a ser analisada durante a simulação.
5. Dá-se um clique no botão de partida na barra de ferramentas.
6. Escolhe-se "save", no menu arquivo, se desejar salvar a simulação em um arquivo.

5.2.4. Montando uma Simulação Simples

Para se ter uma idéia de construção de uma simulação, apresentamos um exemplo: se usará os comandos da barra de ferramentas para criar uma simulação simples. Seleccionamos a ferramenta objetos circulares e, desenhamos um círculo que poderá representar um projétil, fornecendo ao mesmo uma velocidade inicial; então, se verá o movimento de projétil quando ocorrer a simulação.

Inicialmente devemos criar um novo documento, passo 1., descrito anteriormente.

Agora, poderá ser criado um círculo para representar um corpo.

5.2.4.1. Criando um Círculo

Observe a figura 5.9

1. Dá-se um clique na ferramenta de círculo.

2. Posiciona-se o ponteiro do mouse em qualquer ponto de início na área em branco da tela. O ponteiro muda de uma seta para um sinal de "+". Isto significa que se está pronto para criar um objeto.
3. Dá-se um clique e segura-se o botão do mouse arrastando o mesmo até o círculo ficar do tamanho que se deseja. Ao largar o botão do mouse, uma linha aparece dentro do círculo. Durante uma sucessão animada, esta linha indica a orientação de rotação do círculo.

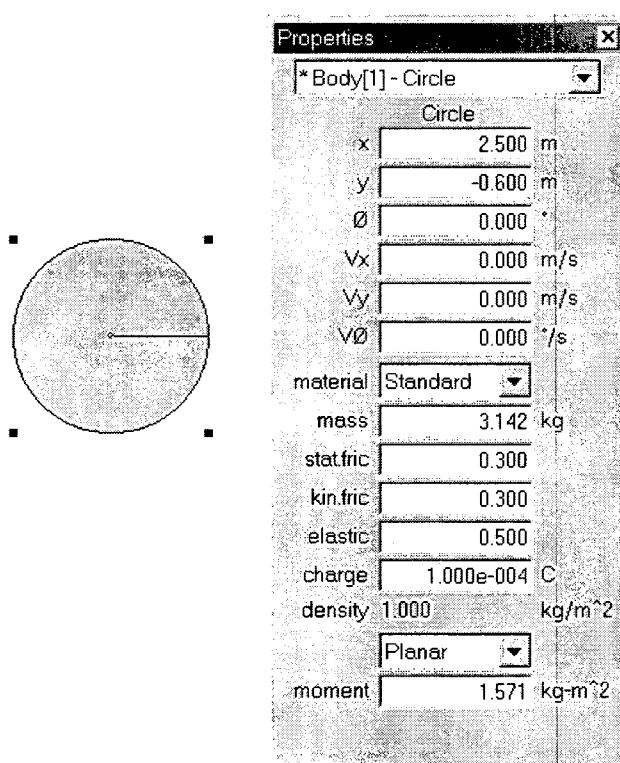


Figura 5.9: Criação de um círculo e estabelecimento de suas propriedades

Após a criação do círculo (existem outras maneiras de se criar o mesmo), pode-se configurar quaisquer características físicas e geométricas do mesmo, tais como: velocidade inicial, massa, atrito, elasticidade, carga elétrica, tipo de material, momento de inércia, etc., bastando dar um duplo clique no desenho do corpo, onde aparecerá um campo onde estes valores podem ser digitados (figura 5.9).

5.2.4.2. Especificando uma Velocidade Inicial

Para especificar a velocidade inicial no centro do círculo:

1. Dá-se um clique no círculo para selecionar o mesmo.

Quatro pontos quadrados aparecem em torno do círculo (figura 5.10).

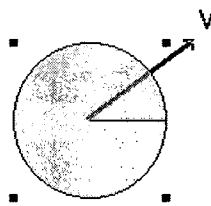


Figura 5.10: Especificação do vetor velocidade em um círculo

2. Escolhe-se Preferências...(Preferences...) da barra de menus.

Aparecerá um quadro de diálogo. Pode-se usar este quadro de diálogo para modificar as preferências e os salvar como novos documentos.

3. Deve-se confirmar que a opção "Allow velocity vector dragging" (Permite arrastar vetor velocidade) está marcada, e clica-se "OK".

Um novo ponto redondo aparece no centro do círculo.

4. Posiciona-se o ponteiro no ponto de centro no círculo e arrasta-se para fora do mesmo para especificar a velocidade inicial do projétil (figura 5.10).

5. Leva-se o botão do mouse à velocidade inicial desejada.

A seta representa a velocidade inicial do centro de massa do projétil.

6. Arrasta-se a ponta da seta para ajustar o vetor de velocidade.

5.2.4.3. Animando a Simulação

Para animar a simulação:

1. Dá-se um clique em "run" na barra de ferramentas.

A simulação é animada. O círculo move-se com a trajetória de um projétil típico, porque a gravidade na falta de especificação é por "default" a gravidade da Terra ($9,8 \text{ m/s}^2$) em um documento novo,

2. Dá-se um clique no botão "stop" na barra de ferramentas para parar a simulação.

Alternativamente, pode-se dar um duplo clique no fundo para parar a simulação.

3. Clica-se "reset" na barra de ferramentas para reajustar a simulação para condições iniciais.
4. Volta-se ao passo 3 depois de "especificar velocidade" inicial e pode-se observar o que ocorre na simulação com velocidades diferentes.

5.2.5. Medindo-se Propriedades Físicas em uma Simulação

O aplicativo permite medir muitas propriedades físicas dos objetos, tais como: velocidade, aceleração, e energia usando-se quadros e vetores.

Os quadros e vetores provêem representações visuais de quantidades que se deseja medir.

Os quadros podem exibir informação na forma de:

- numeral (digital),
- gráficos, ou
- níveis indicadores (gráfico de barra).

Os vetores representam as propriedades de velocidade, aceleração, e mostram-se como setas visuais. A direção da seta indica a direção do vetor, e a tamanho da seta corresponde à magnitude do vetor.

Esta característica do aplicativo, é de fundamental importância para mostrar dinamicamente a variação das grandezas físicas em uma simulação de um fenômeno, pois na exposição tradicional no quadro negro só é possível mostrar-se uma situação estática.

Muitas outras características e funções do aplicativo são descritas pormenorizadamente no Manual do Usuário, contudo como já nos referimos anteriormente, não é objetivo deste trabalho.

5.2.6. Pedagogia do Estado-da-Arte

Em resumo o aplicativo computacional educacional Interactive Physics oferece ferramentas poderosas para uma aprendizagem moderna:

- as simulações desenvolvem habilidades de investigação e conhecimento da Física;
- o modelo de construção é ativo, o problema é resolvido construtivamente;

- as animação servem para ajudar os estudantes a visualizar conceitos abstratos;
- as múltiplas representações se apoiam em estilos de aprendizagem diferentes

O aplicativo também constitui-se num perfeito complemento a instrução tradicional de Física:

- ilustra conceitos e princípios numa aula expositiva, em conferências ou seminários;
- simula dificuldades, em problemas de fim de capítulos;
- compara soluções de simulação com soluções simbolicamente derivadas;

O aplicativo modela as capacidades de simulação que são especialmente compatíveis com aprendizagem de investigação:

- reduzem a complexidade dos modelos com ferramentas que destacam as relações importantes e dependências enquanto filtram informações dispensáveis;
- os controles de repetitividade da simulação provêem oportunidades para estudantes repetirem investigações ao mesmo tempo que constróem uma compreensão afetando mudanças com incremento em variáveis;
- fornecem um "feedback" imediato, habilitando o modelo para comprimir o tempo e permite as estudantes a observar mudanças em

um fenômeno simulado que ordinariamente requereria períodos longos de tempo;

- os usuários tem alcance de experimentar/modelar e fazer aproximações de simulações, permitindo aos alunos a experimentar fenômenos que seriam caso contrário impossível, impraticáveis, ou perigosos;
- o projetado de interação/modelos e aproximações de simulação permitem aos professoras montar casos específicos para focar a atenção de estudantes.

No próximo capítulo, veremos o comportamento de uma turma de alunos, ao inserir este aplicativo no processo ensino aprendizagem dos mesmos.

6. INSERÇÃO DO ENSINO EXPERIMENTAL INFORMATIZADO NO PROCESSO EDUCACIONAL

Neste capítulo, será apresentado dados do Colégio de Aplicação da UFSC, a descrição do ambiente do trabalho realizado, dos sujeitos observados, bem como a metodologia do trabalho, conjuntamente com os dados obtidos.

Um dos objetivos deste trabalho é implementar uma proposta metodológica e avaliar de forma exploratória o desenvolvimento de atitudes no aprendizado experimental de Física utilizando-se a informática como ferramenta. Assim, realizou-se um trabalho de observação participante de uma situação de aprendizagem com um grupo de alunos de 2º grau, com os quais normalmente trabalhamos em nossa profissão de docente.

Desta forma, os pontos centrais de observação foram tomados em relação a três condicionantes:

- 1) O desempenho obtido com o uso da ferramenta
- 2) O interesse de participação no processo de aprendizado utilizando a informática
- 3) As relações mediadas pela tecnologia, tanto aluno-aluno, como aluno professor

Acreditamos que atividade escolar é uma atividade dinâmica, constituída por inúmeros aspectos que se interferem entre si. Cada ano letivo e cada turma possuem características próprias, que lhes conferem uma certa exclusividade. Assim, no ambiente escolar, os resultados de uma determinada investigação dependem do contexto no qual é realizada e devem ser relativizados. Os dados de uma investigação, por si sós, não são suficientes para generalizações e

conclusões definitivas e é praticamente impossível uma interpretação exclusivamente analítica.

Por este motivo as explorações que realizamos não fornecem dados a serem utilizados como provas ou apoios para as conclusões de nosso trabalho. Elas tem por objetivo fornecer indicativos para verificarmos, até que ponto, os resultados de futuras pesquisas realizadas em outros contextos poderão se confirmam em nossa realidade.

6.1. O Colégio de Aplicação da UFSC

Afim de nos situarmos no ambiente onde foi feita a exploração, faremos a seguir, uma descrição dos fundamentos do Colégio de Aplicação, no que tange ao seu Histórico, Filosofia, Prática Pedagógica e Objetivos do Colégio, informações estas, retiradas da agenda escolar impressa pelo mesmo.

6.1.1. Histórico do Colégio de Aplicação

O Colégio de Aplicação, inserido no Centro de Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, é uma unidade educacional que atende ao Ensino de 1º e 2º graus, e está localizado no Município de Florianópolis.

Foi criado em 1961, com a denominação de Ginásio de Aplicação, com o objetivo de servir de campo de estágio aos alunos dos cursos de Licenciatura e Educação da Universidade Federal de Santa Catarina e de campo de experiências pedagógicas.

Até 1970, o Colégio atendia parcialmente o 1º grau, de 5ª a 8ª série com duas turmas por série. A partir desta data foi criado o 2º grau, com matrícula inicial de 30 alunos, passando a denominar-se Colégio de Aplicação.

Em 1.980, foi complementado o 1º grau com a implantação de duas turmas para cada uma das séries iniciais.

Atualmente, o Colégio de Aplicação funciona em prédio próprio no Campus Universitário e, a partir da Resolução n.º 041/CEPE/88, ficou estabelecido o número de três turmas por série, com 25 alunos cada uma.

O Colégio de Aplicação procura atender à trilogia de Ensino, Pesquisa e Extensão.

6.1.2. Filosofia do Colégio de Aplicação

O Colégio de Aplicação, inserido que está na Universidade, se propõe a ser um Colégio Experimental, onde se desenvolvem práticas e se reproduzem conhecimentos em função de uma melhor qualidade de ensino.

O Colégio de Aplicação exerce também a função de campo de estágio aos alunos da Universidade.

Mas, acima de tudo, o Colégio de Aplicação é uma Escola que se propõe à produção, transmissão e apropriação crítica do conhecimento com o fim de instrumentalizar a responsabilidade social e a afirmação histórica dos educandos, contribuindo, também, para a expansão de sua personalidade.

Os conteúdos trabalhados e a metodologia visam:

- à afirmação do educando como sujeito livre, consciente e responsável;
- à instrumentalização para uma atuação crítica e produtiva no processo de transformação do mundo e construção consciente de uma sociedade justa, humanitária e igualitária.

6.1.3. Prática Pedagógica

A filosofia norteadora da ação pedagógica do Colégio de Aplicação tem sua origem e seu fim na prática social concreta. O contexto histórico social no qual vivem professores e alunos constitui o fundamento do trabalho do Colégio de Aplicação.

A ação pedagógica tem, pois, como objetivo, a superação do estágio de senso comum e a passagem para a consciência crítica. Isto significa a passagem da ingenuidade e da desorganização de conhecimentos para a sua sistematização.

Para isto, os programas e os currículos serão articulados com a prática social, ou seja, terão na prática social seu ponto de partida e seu ponto de chegada. A problematização desta prática exigirá a apropriação de conhecimentos reais, que contribuem efetivamente para que o educando seja capaz de questionar, avaliar e compreender melhor a realidade, atuando criticamente sobre ela com vistas à sua transformação.

Entende o Colégio que somente calcando sua filosofia na prática social poderá formar um homem livre, consciente, comprometido com a promoção de mudanças sociais concretas.

6.1.4. Objetivos do Colégio de Aplicação

6.1.4.1. Objetivo Geral

O Colégio de Aplicação propõe-se à transmissão, produção e apropriação crítica do conhecimento com o fim de instrumentalizar a responsabilidade social e a afirmação histórica dos educandos.

6.1.4.2. Objetivos Específicos

Os conteúdos trabalhados e a metodologia de ensino visam a:

- a) propiciar os conhecimentos necessários para instrumentalizar o educando na sua atuação, tornando-a crítica e produtiva no processo de transformação no mundo e na conseqüente construção de uma sociedade justa, humanitária e igualitária;
- b) possibilitar ao educando a vivência de práticas democráticas concretas para que este possa desenvolver-se como sujeito livre, consciente e responsável na construção coletiva de sua realidade histórica.

6.2. O Processo:

Após a conclusão dos créditos no final de 1996, programou-se que deveria-mos nos responsabilizar por uma turma no Colégio de Aplicação.

A turma, escolhida ao acaso, foi uma das três 3^{as} séries do 2º grau, justificada por uma opinião pessoal que deveria realizar o trabalho envolvendo os conteúdos de Física deste ano letivo (eletromagnetismo), e que pode ser comprovado relacionando-se o programa da 3ª série (Anexo II) com a evolução do conhecimento científico, exposto na introdução deste trabalho

A escolha, também é justificada, devido a oportunidade para trabalhar os conceitos físicos que estão presentes na discussão do funcionamento do hardware do computador, como por exemplo: a corrente elétrica presente nos circuitos elétricos do mesmo, os fenômenos magnéticos responsáveis pela manutenção/gravação dos dados (bits).

Alguns pontos importantes devem ser registrados, a respeito da realização do trabalho com os alunos:

- Deixou-se claro desde o início o caráter da participação. Foi explicado que a qualquer momento, e por qualquer razão, eles podiam se sentir livres em não comparecer às seções e, que de nenhuma forma seriam cobrados por isto (não haveria nenhuma conversão de prováveis avaliações em notas pessoais).
- Os alunos foram informados com clareza dos objetivos do estudo, e tinham a garantia que nenhuma forma de identificação pessoal seria utilizada nos relatórios do trabalho.
- Esclareceu-se também o fato de que o que estava sendo testado era uma metodologia ou uma abordagem para o aprendizado e o uso de um tipo de tecnologia, bem como a própria tecnologia relacionando-se os conceitos físicos, e não os alunos que estavam sob investigação.

6.2.1. Descrição dos Envolvidos:

A turma escolhida, terceira série “C” do Colégio de Aplicação era composta por 27 alunos matriculados (segundo dados da Lista de Frequência, obtida da Secretária do Colégio), sendo que originalmente existiam dois alunos com matrícula trancada, portanto, efetivamente a turma era composta por 25 alunos.

A turma dividia-se em 14 alunos do sexo masculino (56%) e 11 alunos do sexo feminino (44%), cujas idades variavam de 16 a 21 anos, sendo: 1 com 16, 12 com 17, 6 com 18 e 1 com 20. Salienta-se também que, dois dos alunos eram repetentes do ano anterior.

Não levamos em consideração a origem étnica dos envolvidos, uma vez que este fator foi considerado irrelevante, todos são brasileiros sem características étnicas marcantes.

6.2.2. Descrição do Equipamento:

O computador usado inicialmente, foi um PC com CPU 486DX de 66Mhz, com 12 Mb de memória RAM, um HD (disco rígido) de 290 Mb de memória convencional, drive de 3,5" de alta capacidade (1.44 Mb) e um monitor colorido 0,28 dotpit, e vídeo padrão SVGA, configurado com resolução 480x640 com 256 cores, mouse de 2 botões e teclado 101 teclas, rodando sob uma plataforma Windows95.

Em setembro de 1997 o computador foi trocado por um PC com CPU Pentium MMX de 166MHz com 16 Mb de memória RAM, um HD de 2,1 GB de memória convencional, drive de 3,5" de alta capacidade (1.44 Mb) e um monitor colorido 0,28 dotpit, e vídeo padrão SVGA, configurado com resolução 600x800 com 64.000 cores, mouse de 2 botões e teclado 101 teclas, rodando sob uma plataforma Windows95/Explorer4.0.

6.2.3. Descrição das Atividades

As atividades normais (programadas no plano de trabalho do colégio) eram compostas de 4 aulas semanais de 45 minutos cada, divididas em 2 aulas faixas totalizando 90 minutos (as quartas-feiras e sextas-feiras), com início as 07 horas e 30 minutos e término as 09 horas, além do que os alunos contavam com um horário extra (quarta-feira as 16 horas e 45 minutos) de atendimento individual, segundo o quadro 6.1. Durante o ano, foram ministradas no total 116 aulas de 120 previstas.

HORARIO	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
07:30h/08:45h			AULA EXP.		AULA EXP.
08:45h/09:00h			AULA EXP.		AULA EXP.
09:00h/09:45h					
09:45h/10:05h	P	A	U	S	A
10:05h/10:50h					
10:50h/11:35h					
11:35h/12:15h					
A	L	M	O	Ç	O
13:30h/14:30h	EQUIPE1		EQUIPE4		EQUIPE3
14:30h/15:30h			EQUIPE5		
15:30h/16:30h			EQUIPE2		
16:30h/17:30h			Atend. Paral.		

Quadro 6.1: Horário de aulas

No início das atividades letivas de 1997 (dia 05 de março), foi apresentado aos alunos o plano do curso para 1997, e discutido os pré requisitos para a discussão dos conteúdos, assim como foi discutido a participação dos mesmos neste trabalho, que pela receptividade observada, foi bem aceito.

Consideraremos o desenvolvimento do trabalho, em duas partes:

6.2.3.1. Primeira Parte:

Até o dia 04 de abril de 1997, foram discutidos os tópicos iniciais do plano de curso, e neste dia foi aplicado o primeiro questionário, o atraso do começo das atividades deve-se a mudança do computador para as novas salas de professores, individuais por disciplina, o que facilitou o desenrolar das atividades com a turma durante o ano.

No dia 04 de abril, após a aplicação do questionário, foi mostrada a turma, o computador, aberto para apreciação de seus componentes, nesta aula foram discutidas cada parte do equipamento, e na medida do possível, associados os princípios físicos envolvidos no funcionamento do hardware, deve-se salientar que durante o decorrer do período letivo, ao se discutir os conceitos do eletromagnetismo estes componentes retornaram a sala de aula, para uma análise mais profunda.

Após esta data, devido a utilização de apenas este computador e, que estava instalado na sala dos professores de Física (25 m², pequena para a turma inteira), no terceiro andar do prédio dos laboratórios do Colégio de Aplicação, foi constatado a inviabilidade da realização do trabalho conjunto com toda a turma, desta forma decidiu-se dividir a mesma em cinco grupos de cinco alunos, com horário especial de trabalho no período contrário, já que no horário normal, as aulas teriam que contemplar toda a turma. A divisão foi proposta aos mesmos, que compuseram os grupos, quadro 6.3, e foram discutidos cinco horários não coincidentes, conforme quadro 6.2:

Horário	Segunda-feira	Quarta-feira	Sexta-feira
13:30 – 14:30	EQUIPE 1	EQUIPE 4	EQUIPE 3
14:30 – 15:30		EQUIPE 2	
15:30 – 16:30		EQUIPE 5	

Quadro 6.2: Horário das seções de trabalho

Foram realizadas sete seções da terceira semana de maio a primeira semana de julho. Na segunda semana de julho até o final do mês as atividades foram interrompidas devido a as férias escolares e, deveriam ser retomadas em agosto, contudo o computador começou a apresentar problemas e as seções só puderam ser reiniciadas na última semana de setembro, após a aquisição de um novo computador.

Foram realizadas mais seis seções até a segunda semana de novembro, quando encerraram as aulas normais e começaram o período de provas finais, totalizando quinze seções com cada grupo.

A composição dos grupos e a freqüência de participação nas seções por alunos em cada grupo é mostrada no quadro 6.3, e como já colocamos anteriormente, afim de preservar a identidade dos sujeitos observados, os alunos da 3ª série, os mesmos serão citados somente por suas iniciais.

EQUIPE1	Nº seções	% de freq.
CSM	12	80,0
AEJ	2	13,3
GBP	5	33,3
MCC	5	33,3
RSM	5	33,3

EQUIPE2	Nº seções	% de freq.
AFS	10	66,7
DMA	12	80,0
KCA	10	66,7
PP	2	13,3
TCS	9	60,0

EQUIPE3	Nº seções	% de freq.
ACC	14	93,3
CA	13	86,7
ECA	10	66,7
FGS	15	100,0
RMM	14	93,3

EQUIPE4	Nº seções	% de freq.
DBFS	10	66,7
JFB	5	33,3
JMC	2	13,3
LM	2	13,3
TJZ	2	13,3

EQUIPE5	Nº seções	% de freq.
FALR	1	6,7
JCA	1	6,7
MAR	0	0,0
PAHC	12	80,0
PCC	1	6,7

Quadro 6.3: Composição dos grupos e percentual de freqüência

Deve-se salientar, que a participação dos alunos, conforme esclarecido aos mesmos no primeiro questionário (Anexo III) – “...pediria que respondessem as indagações seguintes, sendo sincero nas respostas, que serão usadas em conjunto para uma posterior análise para o desenvolvimento do trabalho (lembro que estes questionários não farão de nenhuma forma parte

da avaliação do rendimento pessoal de vocês).”, foi voluntária, e que surpreendeu, no desenrolar do ano, com a participação efetiva (frequência) considerável (ver quadro 6.3) dos mesmos. Esta participação é expressiva, no nosso entendimento, devido a:

- Como citado acima, o trabalho não rendia aos alunos nenhuma forma de acréscimo as notas dos mesmos.
- O horário do trabalho era contrário ao período normal de aulas, obrigando, os mesmos a permanecerem no colégio nos dias das seções durante os dois períodos.
- A 3ª série do 2º grau, caracteriza-se como série terminal, onde os alunos estão se preparando para o vestibular, portanto os mesmos já tem o horário bastante ocupado.

A idéia inicial do trabalho com a turma, era envolvê-los com um maior número possível de softwares experimentais de Física. Foram vistos e analisados vários destes programas, obtidos junto a professores da rede federal de ensino, disponíveis no mercado, e trazidos por alguns alunos, no entanto, como era de se esperar todos seguiam a mesma metodologia de trabalho, tipo “receita de bolo” onde o aluno (usuário) não tinha (ou pouco possuía) interatividade com o programa, ou seja a maioria dos programas educacionais de Física eram/estão voltados a informação e apresentação dos conceitos científicos na área; no máximo, o aluno poderia intervir mudando dados ou valores dos experimentos pré determinados.

Vemos, desta forma, que a maioria dos aplicativos, que se encontram nas escolas, pertencem ao enfoque do tipo *algorítmico*, que segundo Ramos (1997) no capítulo anterior, predomina a ênfase na transmissão de conhecimento do criador do aplicativo para o aluno, sem dar ao mesmo as condições necessárias para a construção dos seus conhecimentos.

Em abril, mantendo contato com um professor do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, passamos a conhecer o software Interactive Physics, na sua versão de demonstração 2.5, que estava sendo usado em um projeto do referido departamento. Percebemos rapidamente a potencialidade do mesmo no desenvolvimento do trabalho com a turma, com respeito a sua linha essencialmente construtivista (o software pode ser considerado um laboratório virtual de Física, onde o aluno não só simula a experiência, como constrói e relaciona os elementos da mesma) e conseguimos uma cópia de demonstração que foi instalada em nosso computador, desencadeando desta forma a segunda parte do trabalho.

6.2.3.2. Segunda Parte:

Nesta segunda etapa, foi apresentado o software Interactive Physics, às equipes, nos horários citados anteriormente. Primeiramente, foi mostrado alguns comandos básicos do software (abrir arquivos, salvar, criar elementos básicos, iniciar a animação, etc.), logo em seguida foram mostrados alguns exemplos prontos, que acompanham o software, afim de que observassem o que seria possível realizar com o mesmo.

Deve-se salientar aqui que, procurou-se estudar e conhecer o mínimo indispensável para uso do software, fato este que os alunos tiveram conhecimento, afim de que minha interferência no desenvolvimento e aprendizagem dos alunos na utilização da ferramenta, tivesse pouca ou nenhuma influência.

Às equipes, foi pedido, o estudo dos comandos básicos do aplicativo e um posterior desenvolvimento da animação de uma experiência de Física, cujo tema deveria ser proposto em princípio pelos mesmos, não se atendo necessariamente ao conteúdo da 3ª série (novamente aqui, a idéia é ter o mínimo de influência possível, atuando como uma espécie de moderador), este exemplo de animação deveria ser realizado até o final do ano letivo (dezembro

de 1997).

O software, possui um manual detalhado sobre o funcionamento do mesmo, esclarecendo com minúcias, os procedimentos para a construção da animação, contudo o referido manual, assim como o software apresenta-se na língua inglesa, fato este que poderia gerar um empecilho ao trabalho dos alunos, no entanto, esta não foi uma dificuldade considerada, pois, o referido manual, foi pouco utilizado (os alunos tentaram usufruir do mesmo somente no início). O aprendizado do uso das ferramentas do software pelos alunos, foi totalmente heurístico, ao acaso os alunos tentavam usar as ferramentas, num trabalho de acerto e erro, usando, o que nos parece que facilitou, a barra de ferramentas, com os botões de funções com símbolos bastante representativos.

É importante observar, que a Equipe 5, foi desmobilizada, não comparecendo a maioria das seções, a desmotivação desta, foi devido ao nosso ver, pela equipe ser constituída com os alunos restantes após a montagem dos grupos e, por ser formada por dois alunos repetentes, já desmotivados anteriormente. Nota-se, no entanto, que o aluno PAHC originalmente da equipe, passou a trabalhar com a Equipe 3, tendo um bom nível de participação (frequência).

No decorrer do trabalho, devido a liberdade para o desenvolvimento do mesmo, justificada anteriormente, os alunos construíram diversas animações de “engenhocas”, que somente a vasta imaginação do adolescente poderia idealizar. No entanto, exatamente pela complexidade destas “engenhocas”, os problemas para sua construção foram aparecendo, dando oportunidade para a discussão dos conceitos de Física envolvidos na resolução dos mesmos.

Por estar mais próximo ao vivencial do aluno, as animações desenvolvidas inicialmente, estavam relacionadas com a mecânica newtoniana, como: movimento de carrinhos, aviões, molas, deslizamento de corpos em

planos inclinados, choques de objetos, etc.; fazendo com que os conceitos mecânicos fossem revistos pelos alunos.

Devido ao software ser uma cópia de demonstração (uma versão limitada com um pequeno número de arquivos de exemplo) e, a necessidade do uso de uma versão registrada, já que os dados observados da utilização do software seriam publicados, levou-se a tentar contatar o fornecedor do mesmo. No entanto sendo o software de origem americana e não ter nenhuma referência de endereço dificultou-se este procedimento.

Colocado aos alunos esta dificuldade, os mesmos através do uso da Internet, aproveitando uma indicação de um endereço eletrônico contido num catálogo acessaram a home page da empresa, onde descobriu-se todas as informações relevantes e, inclusive alguns exemplos de demonstração das experiências criadas utilizando o software.

No acesso a esta home page foi solicitado informações via correio eletrônico da Internet a respeito do software, que logo em seguida foi-nos dado a resposta da empresa, inclusive nos enviando via correio normal, prospectos e a nova versão demonstração do software (versão 3.0) em CDRoom, juntamente com o contato do representante no Brasil.

A aquisição da versão registrada do software foi feita pela Associação de Pais e Professores do Colégio de Aplicação, que nos foi entregue no mês de junho, devidamente acompanhada do manual de instruções (em inglês).

A utilização desta versão, durante o restante do processo, mostrou-se de grande valia, pois apresentou um layout bem mais claro aos alunos, e ao mesmo tempo, uma maior agilidade nas animações das simulações.

As seções seguintes, apresentam a análise dos questionários aplicados nos momentos inicial e final do processo.

6.2.4. Consulta Inicial

Faremos uma apresentação da primeira consulta (Anexo III), feita com 21 alunos (84%), dos 25 matriculados, sendo 11 do sexo masculino e 10 do sexo feminino.

Afim de realizarmos uma análise do geral, as definições foram classificadas em grupo, por indagação, para mapear o universo de respostas, num processo semelhante ao que foi usado em GREF, (1990:21).

Na primeira indagação: *"Você sabe o que é um computador? Em caso afirmativo, descreva resumidamente o que você entende ser um computador."*

A resposta sim, foi dada por 11 alunos (52%) e 7 alunas (33%), não foram dadas respostas negativas, no entanto 3 alunas (14%) manifestaram não ter certeza.

As definições desta indagação foram classificadas em 4 grupos, distribuídas segundo o quadro 6.4:

GRUPOS	PALAVRAS CHAVE
1) Instrumentos	Máquina, aparelho, ferramenta, tecnologia
2) Informática	Programas, linguagem, dados, arquivo, memória
3) Utilização	Pesquisa, trabalho, controle, informações, tarefas, plasticidade, agilidade, facilidade, oportunidades, comunicação
4) Outros	Revolução

Quadro 6.4: Respostas da indagação 1

Observa-se que os alunos se concentraram em respostas dos grupos 1 e 2, 13 menções; e as alunas se concentraram no grupo 3, 20 menções.

Algumas respostas interessantes, fora do convencional esperado:

EAJ: *"...cada vez mais desenvolvido, responsável pelo desemprego da população, pois o mesmo toma o lugar do homem."*

GBP: *"...é um banco de dados."*

RSM: *"...é uma máquina com memórias."*

A análise das respostas desta indagação, pode demonstrar, que a grande maioria dos alunos analisados, tem um conhecimento apreciável sobre o instrumento, talvez por algumas disciplinas já venham realizando alguma atividade utilizando-se do mesmo.

Na segunda indagação: *"Você já trabalhou ou desenvolveu alguma atividade usando um computador? Em caso afirmativo, descreva qual ou quais."*

O intuito desta indagação, era sondar se os alunos já tinham algum esquema formado anteriormente ao trabalho, afim de aproveitar os mesmos para futuras discussões.

A resposta sim, foi dada por 9 alunos (43%) e 11 alunas (52%), a resposta não foi dada por somente 1 aluno (FGS).

O aluno FGS, foi o único que respondeu que não tinha utilizado o computador anteriormente (aqui estamos considerando, pelas respostas analisadas, somente o uso dos desktops), no entanto também foi o único aluno que teve 100% de frequência nas seções realizadas.

As respostas desta indagação foram classificadas em dois grupos, segundo o quadro 6.5

GRUPOS	PALAVRAS CHAVE
1) Trabalho/estudo	Digitação, datilografia, desenhos, pesquisa, programação
2) Lazer	Jogos, animações

Quadro 6.5: Respostas da indagação 2

Como já foi observado, das respostas apresentadas, todas se referiam ao uso do computador como conhecido convencionalmente (desktop), nenhum dos alunos associou a utilização dos mesmo fora do ambiente escola/casa, como por exemplo o uso de caixas eletrônicas, de máquinas de fliperama, as máquinas de informação nos shoppings que estão habituados a freqüentar.

As respostas foram diretas, sem nenhum comentário sendo que a maioria dos alunos, 8 (38%), e, das alunas 10 (48%), respondeu que utiliza o computador para digitação.

Outro dado interessante, é que a maior parte que usa o computador com jogos são alunas, 9 (43%), enquanto somente 3 alunos (14%) assim o utilizam.

A avaliação das respostas desta indagação, pode demonstrar, a existência, principalmente nos alunos de sexo masculino de esquemas já formados em relação ao instrumento utilizado, e que ao longo do trabalho foram modificados, descobrindo-se facilidade de sua utilização.

Nenhum aluno relacionou a utilização do instrumento com relação ao ensino aprendizagem das disciplinas ou conteúdo das mesmas. Ao final das

atividades podemos perceber uma significativa mudança nestes esquemas, com indicações da relação com o ensino aprendizagem.

A terceira indagação: *"Você já escolheu a carreira que vai seguir? Em caso afirmativo, qual será?"*

O intuito desta indagação, era sondar a área de preferência dos alunos, afim de relacionar com os conteúdos de Física, nas simulações realizadas, com as áreas escolhidas.

O quadro desta resposta, foi no quadro 6.6 um pouco modificado, associando em termos de áreas científicas e os cursos correspondentes.

ÁREA	CURSO
1) Exatas	Arquitetura, Eng. Produção, Eng. Civil, Eng. Mecânica, Computação
2) Humanas/Sociais	Advocacia, Jornalismo
3) da Saúde	Medicina, Nutrição, Odontologia, Biologia

Quadro 6.6: Respostas da indagação 3

A avaliação desta resposta, nos mostra que 7 alunos (33%) e 11 alunas (52%) já haviam decidido a sua futura profissão, somente 3 alunos (14%) não tinham se definido.

Esta resposta também mostra que a totalidade das alunas meninas, já tinham um esquema formado em relação a sua área de atuação.

Poderia-se se esperar aqui, que em relação ao interesse da participação no processo (frequência) fosse dos alunos da área 1) das Ciências Exatas, contudo, como foi comprovado no decorrer dos trabalhos (quadro 6.3), os

índices de maior frequência eram de alunos das áreas 2) e 3): (CA, CSM, PAHC, DBFS, KCA)

A resposta a quarta indagação: *"O que você acha do uso do computador no ensino? em especial no ensino de Física?"*

Diferentemente das outras indagações, não classificamos as mesmas, pois a totalidade das respostas, referiu-se a um efeito benéfico no uso dos computadores no ensino, desta forma organizamos algumas respostas e uma análise subsequente.

AFS: *"...o próprio computador é constituído a partir de conhecimentos que envolvem a Física."*

Aqui, observa-se um esquema já formado, em relação ao instrumento utilizado.

CSB: *"...não é necessário copiar matéria..."*

DMA: *"...importante para demonstrar fenômenos e fazer uma atividade mais leve e visual,...ajudam a fixar a matéria."*

PP: *"...o computador no ensino quebra a rotina de ficar sentado ouvindo o professor o dia inteiro..."*

JFB: *"...temos várias formas de explorar o que é ensinado, é uma forma de tornar mais dinâmica a monotonia das salas de aula. Porém não se deve esquecer e se desprender do modo mais primário de ensino."*

Estas respostas, apresentam a mesma preocupação dos alunos, em relação a somente uma maneira diferente de utilização da ferramenta, não

associando a um processo efetivo de mudança do processo ensino aprendizagem, afirmação esta, reforçada principalmente pela última colocação.

MCC: *"...bom para mostrar processos que não podem ser vistos por serem carregados de átomos..."*

Aqui, observa-se um excelente comentário na justificativa do aplicativo de simulação, que pode trabalhar a questão dos modelos atômicos utilizados na Física, em que em uma aula expositiva tradicional é extremamente difícil de se demonstrar.

RMM: *"...estamos na era da informática e temos que nos adaptar a ela".*

ECA: *"...quem não souber mexer não será um bom profissional,....é um jeito novo de aprender."*

RSM: *"...é o estudo do futuro."*

EAJ: *"...não tenho conhecimento da utilização no ensino, mas deve ter uma grande importância."*

Nestas respostas, nota-se uma preocupação dos alunos em relação ao estigma do avanço do processo tecnológico, em não acompanhar o ritmo da evolução, desta forma podemos considerar que alguns dos alunos tinham uma opinião de uso obrigatório das ferramentas tecnológicas.

Contudo, em relação a afirmação acima, os alunos RSM e EAJ, foram os que desistiram do trabalho logo nas primeiras seções, e o aluno ECA foi um dos que mais participou das mesmas.

6.2.5. Consulta Final

A consulta final na última seção de trabalho, contudo foi prejudicada pelo motivo da suspensão das aulas na última semana, por parte da administração do colégio, portanto, a maioria dos alunos foram dispensados, e somente responderam a mesma cinco alunos da Equipe 3.

Desta forma, apresentaremos algumas considerações no geral, obtidas da consulta.

FGS: *"Um grupo pequeno é bom e facilita o aprendizado. Seria melhor se fosse um computador para dois alunos. É bom para fazer demonstrações do conteúdo. Seria melhor no horário de aula."*

CA: *"O espaço físico é bom, no entanto seria melhor uma maior quantidade de computador..., um ponto negativo é o problema de fuso horário do professor que não condiz com o de Florianópolis. "Brincadeira"."*

Nestas respostas, vemos claramente o interesse dos alunos com o uso do aplicativo e dos meios informatizados, os alunos colocaram a dificuldade do trabalho ser realizado fora do horário normal de aula, contudo continuaram participando ativamente.

O interesse no processo de trabalho durante as seções, mostra-se na crítica em que nos fazem em relação a um atraso no horário programado.

ACC: *"O espaço físico tinha que ser um local com mais computadores. O equipamento agora é bom. O software apresenta alguns defeitos. Um deles é não poder movimentar a figura junto com o objeto."*

Aqui, no caso, o aluno está se referindo a descoberta por parte do mesmo, de que se associarmos um desenho a uma objeto, por exemplo, a

figura de um carro a um retângulo, esta se move conjuntamente com o objeto, contudo não pode ser observado um movimento de rotação na figura, caso este ocorra no retângulo.

RMM: *"Foi uma experiência nova e colaborou com alguns princípios físicos que aprendemos."*

CA: *"percebi melhor o uso do computador para adquirir conhecimentos e o que se pode fazer com ele, além de ter aprendido seu funcionamento."*

Esta resposta, e a constatação de que quatro dos cinco alunos, responderam a primeira indagação: *"Qual é a primeira palavra que lhe vem à mente quando você pensa na experiência que você acabou de ter?"*, com a termo aprendizagem ou aprendizado, pode indicar que estes alunos mudaram os seu esquemas no decorrer do processo.

6.2.5. Considerações Geradas do Processo:

O relacionamento dos conhecimentos físicos relacionados com o hardware, durante o processo foi significativo.

Inclusive o efeito eletrostático observado na tela do monitor, que na primeira seção já pode ser discutido, em função de que os pelos dos braços dos alunos eram eriçados na frente do monitor, aproveitando-se desta forma para se discutir o fenômeno da indução eletrostática.

Até os acontecimentos, que poderiam ser considerados como uma experiência ruim, puderam ser aproveitados na aprendizagem: Uma das simulações salvas em disquete foi "perdida". Tentou-se descobrir o porque. Os próprio alunos, após o conhecimento de que as informações são armazenadas magneticamente, descobriram a eletricidade estática da mão, foi a causadora dos danos, tanto que após a conclusão todos se preocupavam em descarregar tocando nas paredes ou no chão antes de manusear os disquetes.

Com relação a construção das simulações pelos alunos, foram realizadas 13 simulações referentes mecânica newtoniana, e 3 simulações referentes ao eletromagnetismo, sendo que estas últimas representam o trabalho final de 3 grupos (grupos 1, 2 e 3). O grupo 4 não conseguiu finalizar uma simulação completa, aos moldes de como foi pedido inicialmente e, o grupo 5, foi desmobilizado nas primeiras seções como já foi justificado anteriormente.

As simulações de mecânica, envolveram na maior parte, conceitos de movimentos (MRU e MRUV), gravitação, Leis de Newton, conservação de energia (houve um grande interesse no uso de molas, trabalhando-se desta forma com a energia potencial elástica). As simulações de eletromagnetismo envolveram conceitos de campo e força elétrica e, uma das melhores simulações, realizada pela equipe 4, trabalhou com os conceitos de campo magnético.

Dos alunos observados, dois (FGS e KCS) fizeram referência à existência anterior de uma espécie de constrangimento que sentiam sempre que tentavam aprender a usar o computador, ou mesmo quando apenas se imaginavam fazendo isto.

FGS: *"Vou usar o computador em casa, pois agora eu descubro mais coisas novas que antes de vir prá cá, tinha medo de usar, agora eu mexo em tudo."*

KCS: *"... agora com computador na escola eu sei que eu já posso chegar, e fazer as experiências, antes eu tinha uma vontade, mas não fazia nada."*

Nestes casos, podemos observar claramente a construção de um novo nível de equilíbrio em relação ao uso da informática.

Em todos os casos observados, houve de uma maneira ou de outra progressos marcantes, principalmente o aluno FGS, que apresentou de início o

mais baixo nível de equilíbrio, ao final das seções foi um dos que mais participou.

No início do processo observou-se a razão na participação dos alunos no trabalho, determinava-se a compreensão que os mesmos tinham (consulta 1), com respeito ao impacto social, político e pedagógico da disseminação do uso da tecnologia no ensino. A maioria, como vimos, manifestou uma grande associação, e poucos, manifestam que é importante estarem informados a respeito, mas não conseguem justificar.

Com relação a perspectiva de uso do computador ao final do processo observou-se se o aluno era capaz de conceber uma nova prática profissional, em relação a profissão pretendida no início das seções, ou mesmo alterações na sua vida pessoal, a partir da incorporação das novas tecnologias, e também o quanto o aluno estava disposto usar as transformações aprendidas.

FGS: *"...pretendo usar na minha vida futuramente."*

ACC: *"...pretendo usar no vestibular se necessário. É pra vida."*

CA: *"...usar para a vida, entendendo processos que acontecem..."*

Constatamos que, onze alunos não tinham computador em casa e, dentre estes, oito manifestam que iriam comprar um computador. Na verdade, todos os alunos observados que participaram até o fim do processo, manifestam que pretendem continuar utilizando os computadores, donde o impacto provocado pelo processo de aprendizagem é bastante forte neste sentido.

O desempenho geral obtido pelos alunos foi muito bom. Todos os que acompanharam o processo até o final podem ser classificados com excelente desempenho na utilização do aplicativo para construção de simulações,

sobretudo no caso do aluno (FGS) que não tinha tido contato anterior com o computador, e por este motivo apresentou grandes dificuldades, percebemos ao final do processo, sinais do início da elaboração e associação dos conhecimentos físicos com as simulações realizadas.

Assim, podemos perceber uma associação existente entre o desempenho alcançado e a presença do computador no aprendizado. O conhecimento relativo ao uso de ambientes computadorizados é dependente de procedimentos, portanto, é impossível a sua aquisição sem haver um envolvimento genuinamente voluntário do aluno com o processo de aprendizagem.

Como colocamos no capítulo 3, que a aprendizagem está associada à transformação das estruturas ou reequilibração, é possível medir a intensidade da aprendizagem pela flexibilidade que tais estruturas apresentam. Ou de outra forma, pela mobilidade das mesmas no processo de enfrentamento da realidade. O processo reequilibrador inicia-se com o próprio desequilíbrio, ou com a presença de um fator perturbador, desta forma, a resolução dos problemas iniciais (estímulos) colocados aos alunos, foram as perturbações transformados em observáveis.

O entendimento construído, permitiu à maioria dos alunos construir um potencial transformador da tecnologia nas suas vidas pessoais e profissionais, pois estes, ultrapassaram em geral as visões anteriores, mas por outro lado, notou-se que há ainda muito resquício sobre o processo do ensino aprendizagem, talvez pelo peso da estrutura autoritária e centralizadora que tem ainda existe na escola brasileira, desde há muito tempo, e ainda a carência de recursos que assola a área educacional do país, tais comportamentos estão expressos nas considerações:

CA: *"Esse computador deveria ser usado como ilustração da matéria dada em sala de aula."*

ACC: *"...em várias coisas iria ajudar, mas tendo a aula no quadro,...o computador pode ser usado para a prática."*

RM: *"...um complemento da matéria, mas não deve ser baseado somente no programa."*

FGS: *"...uso seria bom, mas que o ensino fosse no computador e na sala de aula."*

Podemos, ao final, tentar resumir algumas das observações mais relevantes durante o processo, usando o aplicativo computacional educacional:

- Nos grupos que participaram do trabalho e estudaram com o auxílio do computador o número de faltas durante todo o ano foi bastante reduzido.
- Um dado que deve ser considerado é a pontualidade. Os alunos participantes chegavam sempre alguns minutos antes do início das seções.
- Fato relevante, também, foi a diferença da quantidade de conteúdos estudados nos grupos de trabalho. Os alunos que participaram estudaram, cerca de 50% mais conteúdos que os alunos que desistiram e, só assistiam as aulas expositivas em sala.
- Um fator importante apresentado pelos alunos que participaram do processo foi a interação entre eles através da troca de informações sobre o conhecimento adquirido.
- O respeito com que se tratavam e o alto grau de amizade desenvolvido entre os integrantes de cada grupo e a nossa figura

como professor foi outro fato relevante, em relação também a sala de aula.

- Durante o curso os alunos que trabalhavam com computador deram várias sugestões para a melhoria do funcionamento didático do aplicativo, como, por exemplo, o caso citado anteriormente da associação de desenhos aos objetos criados.
- Quanto utilização do programa, os alunos levaram um tempo mínimo para entender seu funcionamento, o que os deixava confiantes por estarem dominando o programa e aumentava, conseqüentemente, a autoestima de cada um deles.

Com o desenrolar do trabalho, pode-se dizer que os princípios na criação do ambiente de aprendizagem bem-sucedidos, com o uso do computador, aos alunos também se aplicava a nós, na figura de professor. Ao aprender a integrar a tecnologia em sala de aula, os fatores mais importantes em nosso aperfeiçoamento pessoal incluiu a oportunidade de explorar, refletir, colaborar com os alunos, colaborar com colegas (mesmo não trabalhando especificamente com o conteúdo da disciplina), trabalhar em atividades de aprendizagem autênticas e participar de aprendizagem prática e ativa – todas estas características de um ambiente de aprendizagem construtivista – como professor foi prazeroso aplicar e compactuar com os outros professores o que havia aprendido.

7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

7.1. Conclusão

Definir um modelo para que se atinja um bom desenvolvimento do processo cognitivo no aluno, e de uma forma que se faça uma interação dele com o meio, é um processo lento que exige muito estudo, cautela, persistência e acima de tudo coragem. A neurociência é uma esperança para todos os educadores, que buscam constantemente descobrir técnicas que auxiliem o aluno a utilizar com maior aproveitamento, o seu potencial mental, a sua inteligência.

Viu-se através de estudiosos como Piaget, Richard, Morin, e outros, que cientificamente foi comprovado que é possível modificar as estruturas mentais do aluno, através de situações que provoquem um desequilíbrio de informações, este, desencadeará o processo cognitivo que dará a condição para o aluno interagir e através desta ação se reestruturará intelectualmente construindo assim estruturas que resultarão na aquisição do conhecimento, ou seja, estará exercitando a aprendizagem.

A dificuldade para se relacionar o conhecimento das ciências, especificamente a Física, na escola tradicional, leva a busca de novos métodos e utilizando-se novas ferramentas que tornem a aprendizagem mais agradável e eficiente, relacionando sempre quando possível, esta tecnologia com a realidade vivencial dos alunos.

Estas são questões, pelas quais defendemos uma aprendizagem que seja direcionada para o método experimental informatizado, a aprendizagem por descoberta. Levar para a sala de aula uma abordagem construtivista que provoque no aluno, interesse e vontade de interagir em situações que lhe dêem condições de constituir seu próprio saber.

Para tanto existe a necessidade de mudar os métodos educativos para transmitir (trabalhar) o conhecimento em menos tempo, sem sacrificar nem a amplitude nem a profundidade, e muito menos a qualidade de ensino.

Desta forma, o uso do computador como instrumento de aprendizagem no ensino de Física, fornece aos alunos uma nova perspectiva para o processo do ensino aprendizagem.

A crescente presença de computadores nas escolas públicas ou privadas, torna necessário o uso de programas voltados para um ensino mais ativo e participativo pelo aluno. Porém, o computador, como novo recurso de aprendizagem não deve repetir a mesma situação já tradicional de sala de aula. Devemos utiliza-lo, de forma a termos um ensino onde o aluno seja um agente ativo no processo. A contato dos alunos com tecnologia é importante, porém não basta, é necessário também que eles aprendam a pensar e a se exprimir com clareza e objetividade.

O uso de aplicativos, de caráter *heurístico*, tais quais o usado neste trabalho, constitui-se em um desafio e estímulo ao auto crescimento do aluno, buscando a abstração e reflexão dos mesmos no processo de ensino aprendizagem de Física, características estas não existentes no ensino tradicional.

No entanto, o ensino tradicional, utilizando-se o computador como instrumento didático, não precisa ser abolido, mas o seu uso exclusivo não é recomendado, pois além do aluno deter informações, ler e escutar, ele precisa refletir, discutir e aplicar os conhecimentos, logo deve ser associado a outros procedimentos de ensino.

Quando comparado a sala de aula tradicional, o ambiente em que trabalhamos, atribuiu mais responsabilidade aos alunos em razão de sua própria aprendizagem, este tipo de responsabilidade fez com que alguns

alunos sentirem-se frustrados e pouco a vontade, especialmente por estarem acostumados a terem um professor que deveria “transmitir conhecimento” aos mesmos. Todavia, esta responsabilidade adicional revelou uma liberdade de exploração individual, trabalho prático e reflexão. Normalmente, assim que os alunos superaram o seu desconforto inicial, começaram a perceber o valor da aprendizagem construtivista.

Não pretendemos apresentar uma receita salvadora para que os alunos aprendam a construir modelos de conhecimento da Física, utilizando-se da poderosa ferramenta que se constitui hoje o ensino informatizado. A proposta de sua utilização tem o objetivo de iniciar a aprendizagem de um modo diferente de pensamento, não se encerrando nela mesma.

7.2. Sugestões para futuros trabalhos

O modelo de aprendizagem utilizado, envolve várias áreas de pesquisa, quais sejam: a Psicologia Educacional, a Ergonomia Cognitiva, a Informática Educacional e a Física, desta forma todas estas áreas podem ser mais aprofundadas numa seqüência do trabalho:

Especificamente podemos sugerir:

- o estudo ergonômico do aplicativo utilizado,
- a construção de um aplicativo semelhante em português,
- a extensão do estudo as demais séries do 2º grau, como também no ensino superior,
- a adaptação deste modelo a carga horária regular em conjunto com o estudo de sua aplicação em ambientes com toda uma classe de alunos participantes.

8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Manual do Aluno, Colégio de Aplicação. CED. UFSC. Florianópolis, 1997

Interactive Physic Version 3.0. User's Manual. San Mateo, Knowlledge Revolution, 1996.

Knowledge Revolution - Insight Through Interaction. Last modified 10/97. Disponível on-line em <http://www.krev.com>

ANDERSON, J. R. y BOWER, G.A. Memória associativa. México: Editorial Limusa, 1976.

BASTOS, F. P. Alfabetização Técnica na disciplina de Física: uma experiência educacional dialógica. Dissertação de Mestrado em Educação. Florianópolis, UFSC, 1990.

BECKER, F. A epistemologia do Professor: O cotidiano da Escola, Petrópolis, RJ: Vozes, 1993.

BECKER, F. Ensino e construção do conhecimento: o processo de abstração reflexionante. Educação e Realidade, Porto Alegre. Vol18, n.1. Jan/Jun. 1993.

BOOCH, Grady. Object Oriented Design with applications. Califórnia: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. Redwood City, 1991.

BORK, A. Hightly Interacctive Distance Learnig. University of California. Disponível on-line em <http://www.america.tomorrow.com>, acessado em 18/05/98.

BUBER, M. Between man and man. Boston: Beacon Press, 1957.

CAPRA, F. O ponto de mutação. Editora Cultrix, 1982.

CASAS, L. A. A. Ensino Assistido por Computador: Modelagem de um Gerador de Materiais Educativos Computadorizados num Ambiente Multimídia, Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Florianópolis, UFSC, 1994.

DEWEY, J. Experience e educacion. New York: Collier Books, 1963.

FIALHO, F. A. P. A modelagem Cognitiva na Concepção de Sistemas de Produção. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Florianópolis, UFSC, 1991.

FIALHO, F. A. P. Modelagem computacional da equilibração das estruturas cognitivas como o proposto por Jean Piaget. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. Florianópolis, UFSC, 1994.

FRANCIOSI, R. & TAVARES, Beatriz. O ensino e o computador no ensino. Congreso: "Computadora Educacion y Sociedad". Santo Domingo, 1992. Anais....: Santo Domingo: Cyted-D, 1992. Tumo I, pg. 245 - 276.

GALVIS, P. A. H. Materiales Educativos Computadorizados: Ocasión para repensar los ambientes educativos?. Congreso: "Computador Educacion y Sociedad", Santo Domingo, 1992. Tomo I. pg. 44-53.

GAONAC'H, D.; GOLDER, Caroline. Profession Enseignant: Manual de Psychologie pour l'enseignement. Paris: Hachette Education, 1995.

GARCIA, F. L. Introdução Crítica ao Conhecimento, Campinas, SP, Papirus, 1988.

GREENE, M. Teaching: the question of personal reality. Staff development: New demands, new realities, new perspectives, pg 25-34. New York: Lieberman & Miller Eds, 1979.

KRASILCHIK, M. O professor e o currículo das Ciências. São Paulo: EPU/EDUSP, 1987.

KURI, P. N., GIORGETTI, M. Metodologia do Ensino de Engenharia. Estilos de Aprendizagem e Estilos de Ensino. São Paulo, USP, Escola de Engenharia de São Carlos, Centro de Tecnologia Educacional para Engenharia, Departamento de Hidráulica e Saneamento, 1993.

LOEDEL, E. Enseanza de la Física. Buenos Aires: Kapelusz, 1949

MARQUES, Cristina P. C., MATTOS, M. Isabel L. de, TAILLE, Y. Computador e Ensino. São Paulo, SP, Atica, 1986

MATURANA, H. R. Desde la Biología a La Psicología. Vina del Mar: Editoriais Synthesis, 1993.

MELGAREJO, F., O que é o Sistema hiperNet? Projeto HiperNet. Disponível on-line em <http://www.hipernet.ufsc.br/hipernet.htm>, acessado em 10/04/98.

MORIN, E. O Método III.. O Conhecimento do Conhecimento/1. Portugal: Publicações Europa-América Ltda, 1986.
p.80. Rio de Janeiro: Ediouro, 1998

PAPERT, S. A máquina das crianças. Editora Artes Médicas. Porto Alegre, 1994.

PIAGET, J. A construção do real na criança. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1963.

PIAGET, J. Education e Instruction. Buenos Aires: Ed. Proteo, 1970.

PIAGET, J. Para onde vai a Educação? Editora José Olympio. rio de Janeiro, 1984.

PIAGET, J. Seis estudos de Psicologia. Barcelona: Barrai Editores S.A., 1971

PIAGET, J. A equilibração das estruturas cognitivas - problema central do desenvolvimento. Rio de Janeiro: Ed. Zahar, 1976.

PINHEIRO, Terezinha F., Aproximação entre a Ciência do Aluno na Sala de Aula da 1ª Série do 2º Grau e a Ciência dos Cientistas: Uma Discussão. Dissertação de Mestrado em Educação, Florianópolis, UFSC, 1996.

RAMAL, Andrea C., Um novo paradigma em Educação. Revista internet.br. Nº 22, pg 80, 1997

RAMOS, Edla M. F. Análise ergonômica do sistema hiperNet buscando o aprendizado da cooperação e autonomia. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, Florianópolis, UFSC, 1996.

RAMOS, Edla M. F. Fórum de reflexão. Texto não publicado. Curso de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, UFSC, 1995.

RIBEIRO, M. L. S. História da Educação brasileira: a organização escolar. São Paulo: Moraes, 1986.

RICH, Elaine & KNIGT, K. Inteligência artificial. 2ª ed. São Paulo, Mcgraw-Hill, 1994.

RICHARD, J. F. As Atividades Mentais: Compreender, Raciocinar, Encontrar Soluções, UFSC, Florianópolis.

SANDHOLTZ, Judith H., RINGSTAFF, Cathy, DWYER, D. C.. Ensinando com Tecnologia. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

TAILLE, Y. L. e et alli. Piaget, Vigotsky, Waalon. Teorias Psicogenéticas em Discussão. São Paulo: Summus, 1992.

TAVARES, V. L. Introdução dos computadores nas escolas: problemas e estratégias: Congreso: "Computadora Educacion y Sociedad." Santo Domingo, 1992. Anais.: Tumo II, pg. 491 - 497. Santo Domingo: Cyted-D, 1992.

TIEZZI, E. Tempos históricos, tempos biológicos. A terra ou a morte: o problema da nova ecologia. São Paulo: Ed. Nobel, 1988.

WAZLAWICK, R. S. Agentes Autônomos e Teoria da Equilibração Cognitiva. Mimeo não publicado. Florianópolis, 1994.

Livros Didáticos de 2º grau:

ALVARENGA, Beatriz & MÁXIMO, Antônio. Física. São Paulo: Harbra, 1995

REF, Física 1 . São Paulo: EDUSP, vários autores, 1990.

ANEXOS

ANEXO I: Teclas de atalhos do Aplicativo

TECLAS DE ATALHO DO INTERACTIVE PHYSICS

+	Avança um quadro para frente	Shift + Ctrl + R	Saída para o último quadro computado
-	Avança um quadro para trás	Ctrl + Z	Arrependimento (Undo)
Ctrl + R	Começar Animação	Ctrl + X	Recortar
Ctrl + T	Reajuste (Reset)	Ctrl + C	Copiar
Ctrl + H	Início	Ctrl + V	Colar
Ctrl + E	Apagar Rastro	Ctrl + A	Selecionar tudo
Ctrl + L	Pontos de fechamento	Ctrl + D	Duplicar
Ctrl + =	Unir	Ctrl + Y	Reformar (Reshape)
Ctrl + -	Dividir	Ctrl + 0	Home
Ctrl + I	Propriedades do Windows		
Ctrl + J	Aparência do Windows	Ctrl + F	Mover para frente
Ctrl + K	Geometria do Windows	Ctrl + G	Mover para trás
		Ctrl + B	Prender (Attach) a um corpo
Space Bar	Selecionar ferramenta seta		
r,R	Selecionar ferramenta rotação	F1	Ajuda (Help)
a,A	Selecionar ferramenta âncora	Ctrl + N	Novo documento
z	Selecionar ferramenta de zoom in	Ctrl + Q	Saída
Z	Selecionar ferramenta de zoom out	Ctrl + S	Salvar
		Ctrl + O	Abrir
		Ctrl + P	Imprimir

ANEXO II: Plano de Curso de Física

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA-UFSC
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO-CED
COLÉGIO DE APLICAÇÃO-CA

PLANO DE CURSO - FÍSICA

CURSO: 2º Grau

DISCIPLINA: Física

SÉRIES: 3ª Série C

CARGA HORÁRIA: AULAS SEMANAIS: 04

TOTAL ANUAL: 144

DESCONTO (10%): 14

AULAS PREVISTAS: 130

PROFESSOR: Alfredo Müllen da Paz

ANO 1997

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA-UFSC
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO-CED
COLÉGIO DE APLICAÇÃO-CA

OBJETIVO DO COLÉGIO:

"O Colégio de Aplicação propõe-se à transmissão, produção e apropriação crítica do conhecimento com o fim de instrumentalizar a responsabilidade, social e a afirmação histórica dos educandos " .

OBJETIVO DA DISCIPLINA:

"Desenvolver os conceitos em Física para identificar os fenômenos e quantificá-los quando possível."

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

- I. Campo e Potencial Elétrico
- II. Circuitos Elétricos de Corrente Contínua
- III. Eletromagnetismo
- IV. Ótica e Ondas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTEÚDO E ATIVIDADES	CRONOLOGIA	PROCEDIMENTOS	RECURSOS	AValiação
<ul style="list-style-type: none"> * Conceituar carga elétrica * Caracterizar o processo de eletrização de um material * Diferenciar condutores e isolantes * Descrever os processos de indução e polarização * Descrever e utilizar experimentalmente eletroscópios * Enunciar e aplicar a Lei de Coulomb * Conceituar campo elétrico * Relacionar o campo elétrico as cargas pontuais que o criam * Definir e descrever o que são linhas de força * Descrever o comportamento de um condutor eletrizado * Conceituar um potencial elétrico * Definir diferença de potencial * Definir voltagem em um campo uniforme * Definir voltagem no campo criado por uma carga puntual * Caracterizar o que são superfícies equipotenciais 	<p>Unidade I. Campo e Potencial Elétrico</p> <p>1. Carga Elétrica</p> <p>1.1. Eletrização</p> <p>1.2. Condutores e isolantes</p> <p>1.3. Indução e polarização</p> <p>1.4. Eletroscópios</p> <p>1.5. Lei de Coulomb</p> <p>2. Campo Elétrico</p> <p>2.1. Conceito</p> <p>2.3. Campo elétrico criado por cargas pontuais</p> <p>2.4. Linhas de força</p> <p>2.5. Comportamento de um condutor eletrizado</p> <p>3. Potencial elétrico</p> <p>3.1. Diferença de potencial</p> <p>3.2. Voltagem em um campo uniforme</p> <p>3.3. Voltagem no campo de uma carga puntual</p> <p>3.4. Superfícies equipotenciais</p>	30 aulas	<p>-Aula expositiva dialogada</p> <p>-Aula de exercícios</p> <p>-Atividades experimentais em laboratório.</p> <p>-Atividades experimentais virtuais</p>	<p>-Livro texto</p> <p>-Quadro e giz</p> <p>-Material experimental</p> <p>-Listas de exercícios</p> <p>- Computador</p>	<p>-Exercícios</p> <p>-Testes</p> <p>- Prova Bimestral</p> <p>-Relatórios</p>

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTEÚDO E ATIVIDADES	CRONOLOGIA	PROCEDIMENTOS	RECURSOS	AValiação
<ul style="list-style-type: none"> * Conceituar corrente elétrica * Caracterizar um circuito simples * Definir resistência elétrica * Enunciar a Lei de Ohm * Associar resistências em série e paralelo * Identificar e utilizar instrumentos elétricos de medida * Definir potência em um elemento de circuito * Identificar um capacitor * Definir capacitância de um capacitor * Associar capacitores em série e paralelo * Definir energia de um capacitor * Definir força eletromotriz * Determinar e aplicar a equação do circuito * Determinar a voltagem nos terminais de um gerador 	<p>Unidade II. Circuitos Elétricos de Corrente Contínua</p> <p>1. Corrente Elétrica</p> <p>1.1. Corrente elétrica</p> <p>1.2. Circuitos simples</p> <p>1.3. Resistência elétrica</p> <p>1.4. Lei de Ohm</p> <p>1.5. Associação de resistências</p> <p>1.6. Instrumentos elétricos de medida</p> <p>1.7. Potência em um elemento do circuito</p> <p>2. Capacitores e Capacitância</p> <p>2.1. Capacitores</p> <p>2.2. Capacitância</p> <p>2.3. Associação de capacitores</p> <p>2.4. A energia de um capacitor</p> <p>3. Força Eletromotriz – Equação do Circuito</p> <p>3.1. Força eletromotriz</p> <p>3.2. A equação do circuito</p> <p>3.3. Voltagem nos terminais de um gerador</p>	36 aulas	<p>-Aula expositiva dialogada</p> <p>-Aula de exercícios</p> <p>-Atividades experimentais em laboratório.</p> <p>-Atividades experimentais virtuais</p>	<p>-Livro texto</p> <p>-Quadro e Giz</p> <p>-Material experimental</p> <p>-Listas de exercícios</p> <p>- Computador</p>	<p>-Exercícios</p> <p>-Testes</p> <p>-Prova bimestral</p> <p>-Relatórios</p>

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTEÚDO E ATIVIDADES	CRONOLOGIA	PROCEDIMENTOS	RECURSOS	AValiação
<ul style="list-style-type: none"> * Caracterizar o magnetismo * Relacionar magnetismo a partir dos fenômenos elétricos * Conceituar campo magnético * Descrever movimento circular de uma carga elétrica em um campo magnético * Expressar a força magnética que atua em um condutor e relacionar as suas aplicações * Caracterizar o campo magnético criado por um condutor retilíneo * Caracterizar o campo magnético criado por uma espira circular * Caracterizar o campo magnético criado por um solenóide * Relacionar a influência do meio no valor do campo magnético * Conceituar força eletromotriz induzida * Enunciar e aplicar a Lei de Faraday * Enunciar e aplicar a Lei de Lenz * Descrever um transformador * Caracterizar ondas eletromagnéticas * Descrever o espectro eletromagnético 	<p>Unidade III. Eletromagnetismo</p> <p>1. Campo Magnético 1</p> <p>1.1. Magnetismo</p> <p>1.2. Eletromagnetismo</p> <p>1.3. Campo Magnético</p> <p>1.4. Movimento Circular em um Campo Magnético</p> <p>1.5. Força Magnética em um Condutor</p> <p>2. Campo Magnético 2</p> <p>2.1. Campo magnético de um condutor retilíneo</p> <p>2.2. Campo magnético no centro de uma espira circular</p> <p>2.3. Campo magnético de um solenóide</p> <p>2.4. Influência do meio no valor do campo magnético</p> <p>3. Indução Eletromagnética - Ondas Eletromagnéticas</p> <p>3.1. Força eletromotriz induzida</p> <p>3.2. A lei de Faraday</p> <p>3.3. A lei de Lenz</p> <p>3.4. O transformador</p> <p>3.5. Ondas eletromagnéticas</p> <p>3.6. O espectro eletromagnético</p>	40 aulas	<p>-Aula expositiva</p> <p>-Aula dialogada</p> <p>-Aula de exercícios</p> <p>-Atividades experimentais em laboratório.</p> <p>-Atividades experimentais virtuais</p>	<p>-Livro texto</p> <p>-Quadro e Giz</p> <p>-Material experimental</p> <p>-Listas de exercícios</p> <p>- Computador</p>	<p>-Exercícios</p> <p>-Testes</p> <p>-Prova bimestral</p> <p>-Relatórios</p>

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTEÚDO E ATIVIDADES	CRONOLOGIA	PROCEDIMENTOS	RECURSOS	AValiação
<ul style="list-style-type: none"> * Caracterizar a luz * Caracterizar o fenômeno da reflexão da luz * Descrever um espelho plano * Descrever os espelhos esféricos * Construir as imagens de objetos extensos formada pelos espelhos * Obter a equação dos espelhos esféricos * Caracterizar o fenômeno da refração da luz * Descrever alguns fenômenos relacionados a refração da luz * Caracterizar dispersão da luz * Descrever as lentes esféricas * Construir as imagens de objetos formadas pelas lentes esféricas * Descrever os instrumentos óticos * Caracterizar o movimento ondulatório * Caracterizar o movimento harmônico simples * Caracterizar a formação de ondas em uma corda * Caracterizar a formação de ondas na superfície de líquidos * Descrever a difração de ondas * Descrever a interferência de ondas 	<p>Unidade IV. Ótica e Ondas</p> <p>1. Reflexão da Luz</p> <p>1.1. Introdução</p> <p>1.2. Reflexão da Luz</p> <p>1.3. Espelho plano</p> <p>1.4. Espelhos esféricos</p> <p>1.5. Imagem de um objeto extenso</p> <p>1.6. A equação dos espelhos esféricos</p> <p>2. Refração da Luz</p> <p>2.1. Refração da luz</p> <p>2.2. Alguns fenômenos relacionados com a refração</p> <p>2.3. Dispersão da luz</p> <p>2.4. Lentes esféricas</p> <p>2.5. Formação de imagens nas lentes</p> <p>2.6. Instrumentos óticos</p> <p>3. Movimento Ondulatório</p> <p>3.1. Movimento harmônico simples</p> <p>3.2. Ondas em uma corda</p> <p>3.3. Ondas na superfície de um líquido</p> <p>3.4. Difração</p> <p>3.5. Interferência</p>	24 aulas	<ul style="list-style-type: none"> -Aula expositiva dialogada -Aula de exercícios -Atividades experimentais em laboratório. -Atividades experimentais virtuais 	<ul style="list-style-type: none"> -Livro texto -Quadro e giz -Material experimental -Listas de exercícios - Computador 	<ul style="list-style-type: none"> -Exercícios -Testes - Prova Bimestral -Relatórios

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Alvarenga, Beatriz e Máximo, Antônio. **Curso de Física**, Volume 2 e 3, São Paulo, Spicione, 1997.
2. Paraná, Djalma Nunes. **Física**. Volume 2 e 3, São Paulo, Ática, 1993.
3. GREF - Grupo de Relaboração do Ensino de Física. **Física**, Volume 2 e 3, São Paulo, EDUSP, 1991.
4. Alves F^o, Avelino e outros. **Física**. Volume 2 e 3, São Paulo, Ática, 1986.
5. Ramalho Jr e outros. **Os Fundamentos da Física**. Volume 2 e 3, São Paulo, Moderna, 1986.
6. Santos, José Ivan dos. **Física**, Volume 2 e 3, Rio de Janeiro, Ática, 1987.

Florianópolis, 12 de fevereiro de 1997

Professor:

Alfredo Mullen da Paz

ANEXO III: Modelos das Consultas

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências da Educação
Colégio de Aplicação

Curso de Pós Graduação em Engenharia de Produção - Mestrado
Área de Pesquisa: Ergonomia Cognitiva

Pesquisa: Ensino Experimental de Física, Assistido por Computador, na Escola Formal
de 2º Grau de Institutos de Ensino Superior
Alfredo Müllen da Paz

Prezado aluno, o objetivo primordial de nosso trabalho é o de propor um modelo para um curso de física experimental em uma escola de aplicação de 2º grau de uma IES, que contemple o conhecimento científico, a introdução da tecnologia da informação através do uso do computador e as relações cotidianas dos alunos de 2º grau. Para isto gostaria de contar com a colaboração de vocês, durante o ano letivo, nas atividades que poderemos desenvolver utilizando os computadores, nas suas respostas aos questionários que porventura forem distribuídos e, sobretudo nas suas opiniões a respeito do uso do computador no ensino.

Ao iniciarmos o trabalho, pediria que respondessem as indagações seguintes, sendo sincero nas respostas, que serão usadas em conjunto para uma posterior análise para o desenvolvimento do trabalho (lembro que estes questionários não farão de nenhuma forma parte da avaliação do rendimento pessoal de vocês).

Informações Pessoais

Nome: _____

Data de Nascimento: ____/____/199__

Endereço para correspondência: _____

Telefone para Contato: _____

Consulta:

1. Você sabe o que é um computador? Em caso afirmativo, descreva resumidamente o que você entende ser um computador.
2. Você já trabalhou ou desenvolveu alguma atividade usando um computador? Em caso afirmativo, descreva qual ou quais.
3. Você já escolheu a carreira que vai seguir? Em caso afirmativo, qual será?
4. O que você acha do uso do computador no ensino? em especial no ensino de física?

Florianópolis, 26 de março de 1997

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
COLÉGIO DE APLICAÇÃO
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Prezado aluno

Ao final deste nosso trabalho, agradeço a participação de vocês, sem a qual não teria logrado êxito nos objetivos iniciais. Gostaria neste encerramento que respondessem as perguntas abaixo, afim de completar o trabalho.

1) Qual é a primeira palavra que lhe vem à mente quando você pensa na experiência que você acabou de ter?

2) Como você avalia, ou quais os pontos positivos e negativos que você percebeu nesta experiência? (como por exemplo o espaço físico, a atitude dos professor, a atitude dos colegas, o equipamento e o software em si).

3) Você aprendeu alguma coisa com o uso deste software?

Se sim, como você imagina fazer uso do que aprendeu?

4) O que você acha de trabalhar todo o conteúdo de física (desde a primeira série) usando o computador, mais especificamente com este software?

5) Depois de ter participado desta experiência, você acha que mudou alguma coisa na sua vida?

6) Comentários Livres:

Obrigado e Boas Festas.

Florianópolis, 14 de Novembro de 1997
Prof Alfredo Müllen da Paz

ANEXO IV: Notas, Frequência e Rendimento da Turma

N°	NOME	1º Bimestre		2º Bimestre		3º Bimestre		4º Bimestre		MÉDIA ANUAL	PROVA FINAL	TOTAL FALTAS	%
		MÉDIA	FALTAS	MÉDIA	FALTAS	MÉDIA	FALTAS	MÉDIA	FALTAS				
1	AFS	9,5	6	9,0	5	8,0	4	6,5	4	8,25	Aprov.	19	84,9
2	ACC	8,5	2	7,5	2	9,0	0	6,0	4	7,75	Aprov.	8	93,7
3	CSB	8,0	3	8,0	4	7,5	2	7,0	2	7,63	Aprov.	11	91,3
4	CA	9,0	2	8,0	2	9,5	3	9,0	2	8,88	Aprov.	9	92,9
5	DBFS	6,0	11	6,0	10	7,0	6	7,0	6	6,50	3,00	33	73,8
6	DMA	9,0	4	9,0	4	8,0	0	8,0	5	8,50	Aprov.	13	89,7
7	EAJ	8,0	8	8,0	10	5,5	8	8,0	4	7,38	Aprov.	30	76,2
8	ECA	6,0	4	8,0	4	9,0	9	7,0	5	7,50	Aprov.	22	82,5
9	FGS	10,0	5	8,5	2	8,0	3	6,0	6	8,13	Aprov.	16	87,3
10	FALB	4,5	2	2,0	3								
11	GBS					9,0	0	9,5	4	4,63	5,50	4	96,8
12	GBP	9,5	3	9,0	4	8,0	4	8,0	12	8,63	Aprov.	23	81,7
13	JFB	8,0	2	7,0	4	7,0	0	7,0	10	7,25	Aprov.	16	87,3
14	JCA	8,0	11	8,0	8	9,0	6	6,5	3	7,88	Aprov.	28	77,8
15	JMC	9,0	2	7,0	6	7,5	1	5,0	7	7,13	Aprov.	16	87,3
16	KCF	4,0	5	5,5	4	6,5	4	6,5	2	5,63	4,17	15	88,1
17	LM	5,5	6	6,5	6	7,5	7	5,0	5	6,13	3,50	24	81,0
18	MAR	2,5	23	0,0	18	5,0	7	5,5	3	3,25	7,33	51	59,5
19													
20	MCC	9,5	2	8,5	4	10,0	4	8,0	4	9,00	Aprov.	14	88,9
21	PAHC	7,5	4	6,5	2	7,0	4	8,0	2	7,25	Aprov.	12	90,5
22	PCC	4,0	8	8,5	7	7,0	3	6,0	7	6,38	3,17	25	80,2
23	PP	10,0	2	8,5	5	10,0	1	7,0	6	8,88	Aprov.	14	88,9
24	RSM	9,0	2	8,0	5	6,0	9	8,0	11	7,75	Aprov.	27	78,6
25	RMM	9,5	0	9,5	2	8,5	4	6,0	3	8,38	Aprov.	9	92,9
26	TCS	10,0	4	8,5	2	9,0	1	4,5	11	8,00	Aprov.	18	85,7
27	IJZ	8,0	6	6,5	6	7,0	3	7,0	4	7,13	Aprov.	19	84,9
Média da Turma		7,7		7,3		7,8		6,9		7,42			
Número de Aulas		Prev.:	32	Prev.:	28	Prev.:	32	Prev.:	28	Total		Prev.:	130
		Dadas:	28	Dadas:	26	Dadas:	34	Dadas:	28	Anual		Dadas:	126

Rendimento - Turma 3C (1997)

